



**Стационарные водородомеры. Серия АВП-01 (выпуска до 2018 года). Руководство по эксплуатации.**

**По вопросам продаж и поддержки обращайтесь: [ana@nt-rt.ru](mailto:ana@nt-rt.ru)**

**[www.alfabassens.nt-rt.ru](http://www.alfabassens.nt-rt.ru)**

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62

Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64

Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

Казахстан (7273)495-231

Киргизия (996)312-96-26-47

Таджикистан (992)427-82-92-69

## ***Отличительные особенности анализаторов АВП-01***

1. **У**ниверсальность анализаторов и широкий ассортимент амперометрических сенсоров (АС) позволяют решать любые задачи аналитического контроля водорода в любой отрасли народного хозяйства
2. **А**мперометрические сенсоры (АС) обладают улучшенными метрологическими и эксплуатационными характеристиками, неограниченным сроком службы, высокой надежностью, простотой в обслуживании и работе. Параметры каждого исполнения АС оптимизированы для решения конкретных задач аналитического контроля водорода, а их конструкции разработаны с учетом специфики проведения измерений в различных областях.
3. **М**ногофункциональные возможности анализатора позволяют проводить измерения парциального давления и концентрации водорода в жидкостях и газах в любой выбранной оператором единице измерения. Анализатор также позволяет проводить измерения температуры.
4. **Б**лагодаря оригинальности АС обеспечивается: “неразрушающий контроль” анализируемой пробы, широкий диапазон, высокая точность и достоверность измерений, высокая селективность, экспрессность и стабильность показаний, а также их независимость от скорости потока анализируемой жидкости и наличия в ней мешающих компонентов и взвешенных частиц.

### ***Анализаторы водорода АВП-01 обеспечивают:***

- **А**втоматическую калибровку нулевой точки по атмосферному воздуху;
- **А**втоматическую калибровку крутизны по поверочной газовой смеси;
- **С**пецкалибровку по газовой смеси, получаемой с помощью устройства для калибровки УК-01;
- **В**озможность выбора удобной для оператора единицы измерения;
- **К**оррекцию барометрического давления;
- **А**втоматическую сигнализацию превышения пороговых уровней с возможностью автоматического регулирования с помощью «сухих» контактов;
- **Д**истанционную передачу сигналов с помощью токового выхода, RS-232 или RS-485
- **Д**искретную запись результатов измерений в энергонезависимую память с возможностью отображения на графическом дисплее и передачу в ПК.
- **С**амодиагностика. **У**добный интерфейс. **П**ростой и удобный монтаж.
- **П**одсветка графического дисплея и клавиатуры обеспечивает удобство работы в затемненных условиях.

## СОДЕРЖАНИЕ (Руководство по эксплуатации).

1. Распаковка анализатора	6
2. Области применения анализаторов АВП и обозначение вариантов их исполнения.	7
3. Подготовка к работе и проверка работоспособности анализатора.	10
4. Устройство и принцип действия анализатора	16
4.1. Описание конструкции и свойств анализатора.	16
4.2. Описание свойств и конструкции амперометрических сенсоров.	18
4.3. Описание конструкции измерительных камер.	23
4.4. Принцип работы анализатора	24
5. Общие сведения	25
5.1. Общие сведения об измеряемых величинах и единицах измерения	25
5.2. Общие сведения по калибровке анализатора.	26
5.3. Общие сведения по введению коррекций при измерениях	27
6. Указание мер безопасности и рекомендации по эксплуатации анализатора.	29
7. Подготовка к работе	30
7.1. Общие требования к установке анализаторов водорода.	30
7.2. Установка анализатора	31
7.3. Установка измерительной камеры	33
7.4. Включение анализатора	33
8. Настройка анализатора и управление режимами работы	35
8.1. Включение анализатора и интерфейс программ	35
8.2. Главное меню	37
8.3. Меню «Установка»	39
8.4. Меню «Диагностика	47
8.5. Меню «Протоколирование»	48
8.6. Меню «Блокнот»	50
9. Калибровка анализатора	51
9.1. Виды калибровок	51
9.2. Процедура калибровки нулевой точки анализатора.	51
9.3. Процедура автоматической калибровки анализатора.	53
9.4. Процедура специальной калибровки анализатора.	56
10. Порядок работы при решении конкретных задач аналитического контроля водорода	59
10.1. Определение $p_{H_2}$ , $c_{H_2}$ в лабораторных условиях.	59
10.2. Определение водорода в газах.	60
10.3. Аналитический контроль концентрации водорода в потоке жидкостей	61
10.4. Аналитический контроль водорода на глубине.	62
10.5. Аналитический контроль водорода в сосудах под давлением	62
11. Техническое обслуживание анализатора.	63
12. Возможные неполадки способы их устранения	65
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Процедура внесения коррекции	67

## СОДЕРЖАНИЕ (Паспорт)

1. Назначение и область применения	71
2. Технические характеристики	74
3. Состав изделия и комплект поставки	76
4. Поверка анализатора	76
5. Правила хранения	84
6. Гарантии изготовителя (Поставщика)	84
7. Сведения о рекламациях	85
8. Свидетельство о приемке	85
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Гарантийный талон (2 шт.)	87
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Таблица зависимости концентрации водорода в дистиллированной воде от температуры	89
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Методика калибровки датчика температуры	90
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Методика калибровки токового выхода	92
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Восстановление заводских параметров	93
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Ограничение доступа к калибровкам	94
ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Передача данных по сети RS485	96
Список литературы	99



Рис. 1. Внешний вид анализатора водорода АВП-01

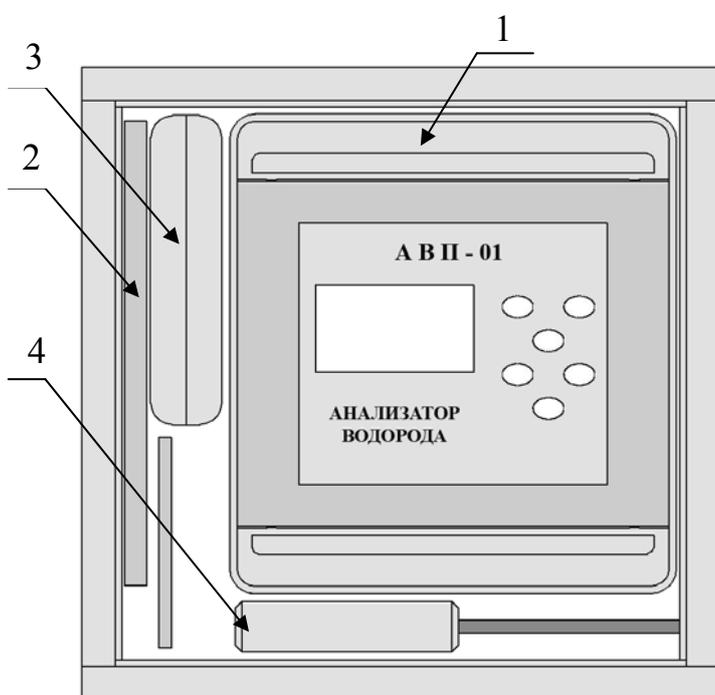
Анализаторы и амперометрические сенсоры водорода прошли испытания на утверждения типа средств измерений в ГП ВНИИФТРИ. Документация и результаты испытаний АВП переданы в ГОССТАНДАРТ РФ для внесения в Госреестр СИ. Свидетельство о Государственной калибровке Вашего анализатора прилагается к РЭ.

## 1. Распаковка анализатора.

При получении анализатора, убедитесь что упаковка не вскрыта и не повреждена. Если внешний осмотр упаковки позволяет предположить о ее возможном вскрытии или повреждении анализатора при транспортировке, незамедлительно вызовите представителя транспортной компании и вскройте упаковку в его присутствии.

Анализатор водорода поставляется в прочном контейнере из ДВП усиленном деревянными брусками. Контейнер выполнен из экологически чистых материалов. Рекомендуем сохранить контейнер для последующей отправки прибора предприятию изготовителю или региональной ЦСМ для проведения периодической поверки и/или технического обслуживания.

Положите упаковку с анализатором на рабочий стол и распакуйте (расположение компонентов в контейнере показано на рисунке 1.1).



1. Анализатор водорода АВП-01
2. Руководство по эксплуатации
3. Комплект запасных частей и принадлежностей
4. Амперметрический сенсор

Рис. 1.1 Схема расположения компонентов в контейнере

Проверьте комплектность анализатора согласно описи вложенной в упаковку. При обнаружении несоответствия свяжитесь со своим поставщиком.

В комплект поставки анализатора входят:

- Измерительное устройство анализатора с сетевым кабелем
- Амперметрический сенсор (см. рис. 3.2, рис.3.3, рис. 3.6)
- Комплект запасных частей и принадлежностей к амперметрическому сенсору, в который входят:
  - Флакон с электролитом
  - Мембранные колпачки (3 шт.)

- Кольцо резиновое (на мембранном колпачке)
- ☑ Измерительная камера (в комплекте с АВП-01Т, АВП-01Г)
- ☑ Интерфейсный кабель
- ☑ Комплект монтажных петель для крепления анализатора
- ☑ Руководство по эксплуатации

Дополнительно могут быть заказаны следующие изделия:

- ⚡ Устройство для калибровки УК-01
- ⚡ Устройство подготовки газовой пробы УПП-01 (к АВП-01Г)
- ⚡ Измерительная камера для микроанализа ИКМА
- ⚡ Фильтр тонкой очистки газов и жидкостей.
- ⚡ 3.5” дискета с программным обеспечением для передачи данных в ПК.

Извлеките из контейнера интерфейсный кабель, пластмассовую коробку с набором ЗИП, дискету 3.5” и комплект крепежных деталей. Затем аккуратно извлеките амперметрический сенсор и измерительное устройство. Расположите их на рабочем столе.

**Примечание.** АС подключен к измерительному устройству анализатора.

## **2. Области применения анализаторов АВП и обозначение вариантов их исполнения.**

Анализаторы АВП-01 предназначены для оперативного и производственного контроля концентрации водорода в жидкостях и газах.

Анализаторы АВП-01 предназначены для автоматического контроля растворенного водорода в химико-технологических процессах подготовки воды на предприятиях тепловой и атомной энергетики.

Анализаторы АВП-01 предназначены для производственного контроля содержания молекулярного водорода в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов на объектах атомной энергетики.

Анализаторы АВП-01 предназначены для определения “утечек” водорода в электролизных, в системах охлаждения генераторов, в емкостях с жидкими ядерными отходами, а также для мониторинга состава воздуха промышленной зоны с целью обеспечения пожаровзрывобезопасных условий производства.

В химической и нефтеперерабатывающей промышленности анализаторы АВП-01 предназначены для производственного контроля водорода в химико-технологических процессах синтеза органических и неорганических соединений, крекинга нефти, производства аммиака, полиэтилена и т.д. Анализаторы АВП-01 находят применение в научно-исследовательских учреждениях атомной промышленности, а также в автомобильной промышленности при создании экологически чистых водородных двигателей.

Универсальность анализаторов АВП-01, достигается благодаря использованию широкого ассортимента сенсоров (АС). Для обозначения

исполнения анализатора после записи типа анализатора «АВП» цифрами «01» указывается его промышленное исполнение, цифрами «02» указывается портативное исполнение, а буквами «А», «Т», «Г», «Л», «П» указывается (условно) область его применения или назначение:

- «А»- Атомная энергетика
- «Т»- Тепловая энергетика;
- «Г»- Газоанализатор;
- «Л»- Лабораторный;
- «П»- Погружной АС для измерений в емкостях, метантенках и т.п.

Варианты исполнения анализаторов отличаются амперметрическим сенсором и принадлежностями, входящими в комплект его поставки.

На рис. 2.1 – 2.5 показаны различные варианты исполнений анализаторов АВП-01.



АВП-01Л в комплекте с АСрН<sub>2</sub>-01 предназначен для измерений концентрации, парциального давления водорода и температуры в жидкостях и газах. Применяется в лабораторных условиях различных промышленных предприятий и научно-

исследовательских

Рис. 2.1. Внешний вид анализатора АВП-01Л.



Анализатор АВП-01Г (см. рис. 2.2) в комплекте с АСрН<sub>2</sub>-03 предназначен для измерений концентрации водорода в газообразных средах. В тех случаях, когда анализируемый газ находится под разряжением и высоких температурах, анализатор

Рис. 2.2. Внешний вид анализатора АВП-01Г.

может комплектоваться устройством подготовки газовой пробы УПП-01.

АВП-01Г применяется для определения “утечек” водорода в электролизных, в системах охлаждения генераторов, в емкостях с жидкими ядерными

отходами, а также для мониторинга состава воздуха промышленной зоны с целью обеспечения пожаровзрывобезопасных условий производства.

В химической и нефтеперерабатывающей промышленности анализатор АВП-01Г применяется для производственного контроля концентрации водорода в химико-технологических процессах синтеза органических и неорганических соединений, крекинга нефти, производства аммиака, полиэтилена и т.д.



Рис. 2.3. Внешний вид анализатора АВП-01Г

Анализатор АВП-01Г (см. рис. 2.3) в комплекте с АСрН<sub>2</sub>-04 и проточной измерительной камерой ИКПЖ предназначен для измерений концентрации водорода и температуры в потоке жидкостей, в том числе в микрограммовом диапазоне концентраций. Применяется при аналитическом контроле и управлении процессами водохимподготовки в атомной и тепловой энергетике: ТЭЦ, ГРЭС, АЭС, теплосети и котельные. Применяется в химической, и нефтеперерабатывающей промышленности, а также в других областях народного хозяйства.

Анализатор АВП-01П в комплекте с АСрН<sub>2</sub>-05 погружного типа предназначен для измерений концентрации водорода в газах и жидкостях непосредственно в точках отбора проб. АСрН<sub>2</sub>-05 может устанавливаться в емкости заполненные анализируемой средой, например цистерны с нефтепродуктами, метантенки, колодцы, шахты и т.д.



Рис. 2.4. Внешний вид анализатора АВП-01П

АВП-01П применяется для определения “утечек” водорода в электролизных, в системах охлаждения генераторов, в емкостях с жидкими ядерными отходами, а также для мониторинга состава воздуха промышленной зоны с целью обеспечения пожаровзрывобезопасных условий производства.

Анализатор АВП-01А в комплекте с АСрН<sub>2</sub>-06 предназначен для измерений концентрации водорода в жидких и газообразных средах при высоких давлениях, в том числе в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов. Сенсоры АСрН<sub>2</sub>-06 снабжены компенсатором гидростатического давления и выполнены в корпусе из нержавеющей стали. Конструкция сенсоров АСрН<sub>2</sub>-06 выдерживает неограниченное количество циклов стерилизаций острым паром

при  $T=143$  °С и давлении 3 ати. Анализаторы АВП-01А могут использоваться в биотехнологии. Конструкции сенсоров АСрН<sub>2</sub>-06 могут устанавливаться в ферментеры и биореакторы отечественного и импортного производств. Анализаторы АВП-01А также могут применяться в химической и нефтеперерабатывающей промышленности, когда необходимо проводить измерения концентрации водорода при высоких давлениях.



Рис. 2.5 Внешний вид анализатора АВП-01А

### 3. Подготовка к работе и проверка работоспособности анализатора.

**Внимание!** После транспортирования в условиях отрицательных температур анализаторы в транспортной таре должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 4 часов. При отправке анализатора по почте в зимнее время года амперометрические сенсоры не заполняются раствором электролита, о чем делается соответствующая запись на стр. 2 настоящего руководства. В этом случае Вам необходимо выполнить операции п. 3.3

**Если Ваш сенсор заполнен раствором электролита, то выполнять операции по доливке электролита или замене мембранного колпачка не требуется.**

3.1. Если транспортирование анализатора осуществлялось в зимнее время года (см. стр. 2), выполните операции п. 3.3. настоящего руководства. Если Ваш АС заполнен раствором электролита (см. запись на стр. 2), то переходите к выполнению п. 3.3.6.

3.2. Внешний вид амперометрических сенсоров.

Амперометрические сенсоры (АС) выпускаются в нескольких исполнениях (см. п. 4.2). Внешний вид АС показан на рис. 3.1



Сенсор АСрН<sub>2</sub>-01 – поставляется в комплекте с АВП-01Л

Сенсор АСрН<sub>2</sub>-03 - поставляется в комплекте с АВП-01Г

Сенсор АСрН<sub>2</sub>-04 – поставляется в комплекте с АВП-01Т.

Рис. 3.1. Внешний вид амперометрических сенсоров АСрН<sub>2</sub>-01, АСрН<sub>2</sub>-03 и АСрН<sub>2</sub>-04



Рис. 3.2. Внешний вид сенсора в измерительной камере.

Эти сенсоры имеют одинаковые габаритные и присоединительные размеры и отличаются внутренними параметрами. Параметры каждого сенсора оптимизированы для каждой области применения АВП-01 и выбраны с учетом особенностей решения конкретных задач аналитического контроля водорода. Сенсоры АСрН<sub>2</sub>-01 в основном используются для исследований в лабораторных условиях.

Сенсоры АСрН<sub>2</sub>-03 и АСрН<sub>2</sub>-04 поставляются с измерительной камерой (ИК). Для того чтобы достать сенсор из ИК необходимо сначала открутить накидную гайку, а затем осторожно достать сенсор.



Сенсор АСрН<sub>2</sub>-05 поставляется в комплекте с анализатором АВП-01П.

Сенсор АСрН<sub>2</sub>-05 установлен в герметичной ячейке из нержавеющей стали и рассчитан на проведение измерений на глубинах до 20 м, например, в емкостях, колодцах, метантенках.

Стандартная длина кабеля АСрН<sub>2</sub>-05 составляет 6 м.

При необходимости проведения измерений на глубинах более 6 м, длину кабеля необходимо уточнить при заказе.

Рис. 3.3. Внешний вид амперометрического сенсора АСрН<sub>2</sub>-05 погружного типа в герметичной ячейке.



Рис. 3.4. Внешний вид сенсора без нижнего корпуса.

Для того чтобы достать сенсор из герметичной ячейки необходимо сначала открутить нижний корпус (см. рис. 3.4).

Затем, возьмитесь левой рукой за верхний корпус, а правой за сенсор и осторожно достаньте сенсор из верхнего корпуса.



Рис. 3.5. Внешний вид ACSrH<sub>2</sub>-05 без герметичной ячейки.

**Примечание.** ACSrH<sub>2</sub>-05 уплотняется в верхнем корпусе по уплотнительному кольцу. Поэтому, для того чтобы достать АС из верхнего корпуса необходимо приложить небольшое усилие для преодоления сил трения. Старайтесь усилие прикладывать вдоль оси АС не прикасаясь к мембране, закрепленной на торцевой поверхности мембранного колпачка. Если сенсор «прилип» в месте уплотнения, попробуйте повернуть его вокруг оси по часовой стрелке относительно верхнего корпуса. В дальнейшем смазывайте места уплотнения сенсора вазелином или вакуумной смазкой.

Амперометрические сенсоры ACSrH<sub>2</sub>-06 выпускаются в нескольких исполнениях (см. таблицу на рис. 3.8). Внешний вид амперометрических сенсоров показан на рис. 3.6.



Рис. 3.6. Внешний вид амперометрических сенсоров ACSrH<sub>2</sub>-06

Сенсоры ACSrH<sub>2</sub>-06 поставляются в комплекте с анализатором АВП-01А. Они выполнены в корпусах из нержавеющей стали и снабжены компенсатором гидростатического давления. Благодаря этому они могут использоваться при высоких давлениях, в том числе в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов. Сенсоры имеют универсальные типоразмеры для их установки в ферментеры и биореакторы отечественного и

зарубежного производств. АСрН<sub>2</sub>-06 могут устанавливаться в трубопроводы и емкости работающие под давлением. Сенсоры выдерживают неограниченное количество циклов стерилизации острым паром при T=143 °C и P=3 ати.

3.3. Замена мембранного колпачка и/или заливка раствора электролита.

Если требуется залить раствор электролита (см. стр. 2) или заменить мембранный колпачок, сначала достаньте сенсор из измерительной камеры или герметичной ячейки, а затем выполните операции п.п. 3.3.1-3.3.5.

3.3.1. Открутите гайку сенсора и аккуратно достаньте электродный ансамбль из мембранного колпачка (см. рис. 3.7).



Рис. 3.7. Внешний вид АСрН<sub>2</sub> без мембранного колпачка.

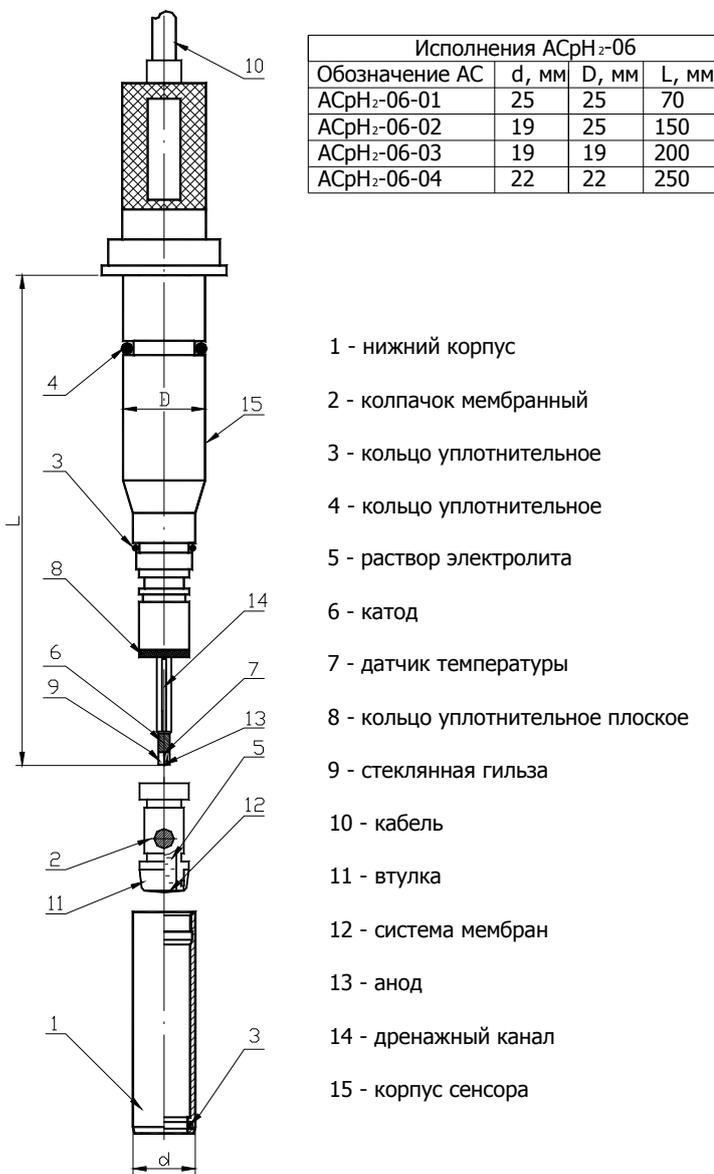
**ВНИМАНИЕ** Не прикасайтесь к электродной системе и стеклянной гильзе руками. Даже незначительное загрязнение внутренних элементов сенсора отрицательно сказывается на его работе.

**Примечание.** Если электродный ансамбль прилип к колпачку, то по видимому в нем высох раствор электролита. В этом случае залейте с помощью шприца 1 – 2 мл дистиллированной воды в зазор между колпачком и электродным ансамблем. Через 2-3 часа закристаллизовавшиеся соли растворятся и Вы без усилий достанете электродный ансамбль.

3.3.2. Промойте электродный ансамбль в дистиллированной воде, осторожно удалите остатки влаги фильтровальной бумагой и положите его на салфетку. Промойте колпачок дистиллированной водой и стряхните оставшуюся в нем влагу.

Для замены мембранного колпачка 2 в стерилизуемом сенсоре АСрН<sub>2</sub>-06 (см. рис.3.8) сначала открутите нижний корпус 1, а затем снимите мембранный колпачок 2 (см. рис. 3.8). Промойте электродный ансамбль дистиллированной водой, осторожно удалите остатки влаги фильтровальной бумагой и положите его на салфетку. Промойте колпачок дистиллированной водой и стряхните оставшуюся в нем влагу.

**Примечание.** В верхней части мембранного колпачка установлено герметизирующее кольцо, поэтому необходимо приложить небольшое усилие вдоль оси сенсора для преодоления сил трения. Если колпачок «прилип» в месте уплотнения, то попробуйте повернуть его вокруг оси.



3.3.3. С помощью флакона – капельницы залейте в старый или новый мембранный колпачок 1 мл раствора электролита, не доливая 1-2 мм до первого буртика на колпачке (см. рис. 3.7 и 3.8).

**Примечание.** При заливке электролита на поверхности мембраны или стенках колпачка возможно образование пузырьков воздуха. Для их удаления слегка постучите по колпачку сбоку и оставьте его в вертикальном положении на 5 минут. Оставшиеся пузырьки воздуха всплывут на поверхность. Посмотрите еще раз нет ли в растворе электролита пузырьков воздуха.

Рис. 3.8. Внешний вид ACSrH<sub>2</sub>-06

3.3.4. Сборку сенсоров ACSrH<sub>2</sub>-01 – ACSrH<sub>2</sub>-05 проводите следующим образом:

1. Сдвиньте резиновое кольцо на боковой поверхности мембранного колпачка на 1-2 мм вниз с дренажного отверстия (см. рис. 3.7 и 4.2).
2. Возьмите электродный ансамбль и медленно вставьте его в мембранный колпачок в вертикальном положении. Избыток раствора электролита должен выступить через дренажное отверстие 14 (см. рис.4.2).
3. Закрутите гайку в мембранный колпачок до упора. Торцовая часть электродного ансамбля должна натянуть мембрану на колпачке в виде зонтика.
4. Удалите остатки влаги с боковой поверхности колпачка и сдвиньте резиновое кольцо на дренажное отверстие.
5. Установите сенсор в измерительную камеру (см. рис. 3.9) и закрутите накидную гайку до упора (см. рис. 3.10 и рис. 3.2)



Рис. 3.9. Установка ACSrH<sub>2</sub> в измерительную камеру.

При установке ACSrH<sub>2</sub>-05 в герметичную ячейку сначала осторожно вставьте сенсор в верхний корпус ячейки (см. рис. 3.4), а затем закрутите нижний корпус до упора (см. рис. 3.3).



Рис. 3.10. Фиксация ACSrH<sub>2</sub> в измерительной камере.

**Примечание.** Перед сборкой ACSrH<sub>2</sub>-05 рекомендуется смазать вазелином или вакуумной смазкой герметизирующие кольца, расположенные в верхнем корпусе.

3.3.5. Сборку сенсора ACSrH<sub>2</sub>-06 (см. рис. 3.8) проводите следующим образом:

1. Убедитесь в наличии герметизирующего кольца 8 на боковой поверхности электродного ансамбля.
2. Возьмите металлический корпус с электродным ансамблем и медленно вставьте в мембранный колпачок 2 в вертикальном положении (рис. 3.8). Избыток раствора электролита должен выступить через дренажный канал 14 на боковой поверхности электродного ансамбля.
3. Удалите салфеткой выступившие капли электролита с боковой поверхности колпачка.
4. Закрутите нижний корпус 1 сенсора до упора. Торцовая часть электродного ансамбля должна натянуть систему мембран на колпачке в виде зонтика.

3.3.6. Подсоедините вилку анализатора к напряжению 220В с частотой 50 Гц.

После включения анализатора на его дисплее сначала появится логотип Фирмы «Альфа БАССЕНС», а затем начнется процесс самодиагностики, который длится от 3 до 5 минут. После завершения процесса самодиагностики анализатор переходит в режим измерений.

## 4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АНАЛИЗАТОРА

### 4.1. Описание конструкции и свойств анализатора.

Внешний вид анализатора представлен на рис. 4.1.



Рис. 4.1. Внешний вид анализатора водорода АВП-01.

1. Замок с ключом.
2. Прозрачная крышка-дверца.
3. Винты соединяющие верхний и нижний отсеки анализатора.
4. Корпус анализатора.
5. Графический дисплей.
6. Клавиатура.
7. Монтажные петли.
8. Гермоввод.
9. Амперметрический сенсор.

Анализатор состоит из измерительного устройства и амперметрического сенсора. Анализатор имеет прочный, литой водонепроницаемый корпус степени защиты IP-65. Прочная прозрачная крышка 2 анализатора герметично закрывает лицевую панель анализатора и может запираться на ключ для

предотвращения несанкционированного доступа к анализатору. На лицевой панели анализатора расположен графический дисплей 5 и клавиатура 6. Дисплей и кнопки клавиатуры 6 имеют подсветку, что облегчает пользование анализатором в затемненных помещениях. Корпус 4 анализатора состоит из двух отсеков, герметично соединенных между собой с помощью четырех винтов 3, расположенных под прозрачной крышкой. Два винта, расположенные слева, совмещены с петлями, на которых первый отсек открывается подобно дверце. В нижнем отсеке расположены разъемы для подключения проводов питания, токового выхода, «сухих контактов» и кабеля RS-канала (RS-232 и RS-485). Для герметичного ввода проводов токового выхода и проводов «сухих контактов» внутрь анализатора в боковых стенках части нижнего отсека имеются специальные резиновые перемычки. Герметичный ввод кабелей амперометрического сенсора и RS-канала осуществляется через отверстия в нижнем отсеке с помощью гермовводов 8, установленных на кабелях. Благодаря такому решению обеспечивается полная защита от возможного попадания влаги в разъемы. Для крепления анализатора на щите или «по месту» предназначены четыре монтажные петли, располагаемые на тыльной стороне корпуса.

В зависимости от исполнения анализатора (см. п. 2) и задачи исследования, амперометрический сенсор может устанавливаться в измерительную камеру, стандартную склянку БПК, или непосредственно «по месту», например в трубопровод, сосуд работающий под давлением, биореактор, ферментер, метантенк и т.д.

Анализатор работает под управлением микроконтроллера и имеет простой и удобный для Пользователя программный интерфейс. Большой графический дисплей и клавиатура из шести клавиш позволяют Пользователю управлять работой анализатора, осуществлять различные виды настроек и калибровок, записывать и выводить информацию на дисплей анализатора, компьютер и др. внешние устройства. Управление анализатором очень простое и сводится к выбору нужных опций в меню и ответам на вопросы, высвечиваемые на дисплее, с помощью двух клавиш «Да» (Ввод) и «Нет» (Сброс). Функцией остальных четырех клавиш является перемещение курсора на дисплее анализатора или установка вводимых цифр путем их перебора в большую или меньшую сторону. Алгоритмы управления построены таким образом, что анализатор «ведет» оператора, исключая возможные ошибки в его работе.

Интерфейс Пользователя и программное обеспечение реализуют выполнение следующих функций и режимов работы анализатора:

- усиление сигналов амперометрического сенсора и встроенного датчика температуры, их измерение, преобразование и отображение на дисплее;
- самодиагностику работоспособности анализатора и амперометрического сенсора;
- выбор измеряемой величины: парциального давления водорода, процентного содержания или массовой концентрации водорода;

- выбор удобной для оператора единицы измерения с возможностью последующих переходов в другие единицы измерения;
- автоматические калибровки анализатора по нулевой точке (воздух) и по поверочной газовой смеси (ПГС) из баллона или получаемой с помощью установки калибровочной (УК-01);
- настройку стандартного токового выхода (0–5, 0/4–20 мА) на требуемый диапазон измерения с возможностью автоматического изменения масштаба шкалы самописца в случае превышения диапазона измерения с одновременной сигнализацией аварийной ситуации;
- установку верхнего и нижнего пределов срабатывания сигнализации с автоматическим определением зоны гистерезиса и передачей регулирующих сигналов с помощью «сухих контактов»;
- возможность внесения коррекции на изменение барометрического давления и солености;
- автоматическое устранение систематических погрешностей измерений, обусловленных эффектом «охлаждения мембраны» и «потреблением» водорода самим АС.
- дистанционную передачу информации на контроллер или персональный компьютер (ПК) с помощью цифровых каналов RS-232 или RS-485;
- дискретное протоколирование результатов измерений в энергонезависимую память с возможностью передачи на ПК и вывода на дисплей анализатора в табличном или графическом виде;
- запись результатов измерений в электронный блокнот с возможностью передачи записей на ПК и вывода на дисплей анализатора.

Каждый вариант исполнения анализатора АВП-01 ориентирован на решение конкретных задач аналитического контроля водорода в различных отраслях народного хозяйства. В зависимости от области применения и задачи исследования анализатор комплектуется специально разработанным амперометрическим сенсором. Благодаря универсальности анализатора АВП-01 каждый сенсор совместим с измерительным устройством анализатора.

#### **4.2. Описание свойств и конструкции амперометрических сенсоров.**

Амперометрические сенсоры, используемые в анализаторе АВП-01, по своим функциональным возможностям делятся на два типа: сенсоры парциального давления водорода (АСрН<sub>2</sub>) и сенсоры концентрации растворенного водорода (АСсН<sub>2</sub>) [1,2].

Амперометрические сенсоры парциального давления водорода (АСрН<sub>2</sub>) могут применяться для анализа как газообразных, так и жидких сред. Такие сенсоры высоко селективны к водороду и не подвержены влиянию других электрохимически активных газов, ионов, биологических молекул и окислительно-восстановительных систем, присутствующих в анализируемой среде. Прототипом АСрН<sub>2</sub> является электрод Кларка [3]. «Фирма «Альфа БАССЕНС» выпускает шесть модификаций АСрН<sub>2</sub>, конструкции которых разработаны с учетом особенностей и специфики проведения измерений в

различных областях народного хозяйства. Конструктивные параметры и материалы элементов каждого варианта исполнения сенсора оптимизированы для решения конкретных задач аналитического контроля водорода. Благодаря этому анализаторы водорода АВП-01 обладают улучшенными метрологическими и эксплуатационными характеристиками. Благодаря предельно низкому потреблению водорода амперометрическим сенсором, обеспечивается «неразрушающий контроль» анализируемой жидкости и достигается высокая точность, надежность и достоверность результатов измерений. Сенсоры этого типа калибруются по ПГС и атмосферному воздуху, долговечны, просты и недороги в эксплуатации. Такие сенсоры в комплекте АВП-01 могут использоваться для анализа водорода в газах, в пресных и соленых водах. При измерениях в соленых водах в анализаторе АВП-01 предусмотрена возможность внесения коррекции на соленость. Поправка на соленость должна вноситься по результатам кондуктометрических измерений в пересчете на NaCl. Амперометрические сенсоры АСрН<sub>2</sub> в комплекте АВП-01 могут также использоваться для измерений массовой концентрации водорода в неводных жидкостях органического и неорганического происхождения. Следует заметить, что такие измерения будут проводиться с меньшей точностью по сравнению с измерениями концентрации водорода в водных растворах. Это объясняется тем, что сигнал АСрН<sub>2</sub> прямо пропорционален парциальному давлению водорода, а температурные зависимости коэффициентов растворимости водорода в этих жидкостях не являются достоверно установленными. Более адекватными данной задаче исследования являются амперометрические сенсоры концентрации растворенного водорода АСсН<sub>2</sub>.

Амперометрические сенсоры концентрации растворенного водорода (АСсН<sub>2</sub>) могут применяться для анализа жидких сред с неизвестными коэффициентами растворимости водорода. Сенсоры этого типа, обладая теми же достоинствами что и АСрН<sub>2</sub>, отличаются своими функциональными свойствами, а именно, измерительный сигнал АСсН<sub>2</sub> прямо пропорционален массовой концентрации растворенного водорода в анализируемой жидкости. Для этого типа сенсоров не требуется внесение коррекций на температурную зависимость коэффициента растворимости водорода в исследуемой жидкости. Калибровка таких сенсоров может проводиться по дистиллированной воде, насыщенной водородосодержащей газовой смесью. Приоритет создания АС, работающих в режиме измерения массовой концентрации водорода принадлежит фирме «Альфа БАССЕНС».

Конструкция АСрН<sub>2</sub>-01 является базовой моделью амперометрических сенсоров парциального давления водорода. Внешний вид АСрН<sub>2</sub>-01 показан на рис. 4. 2.

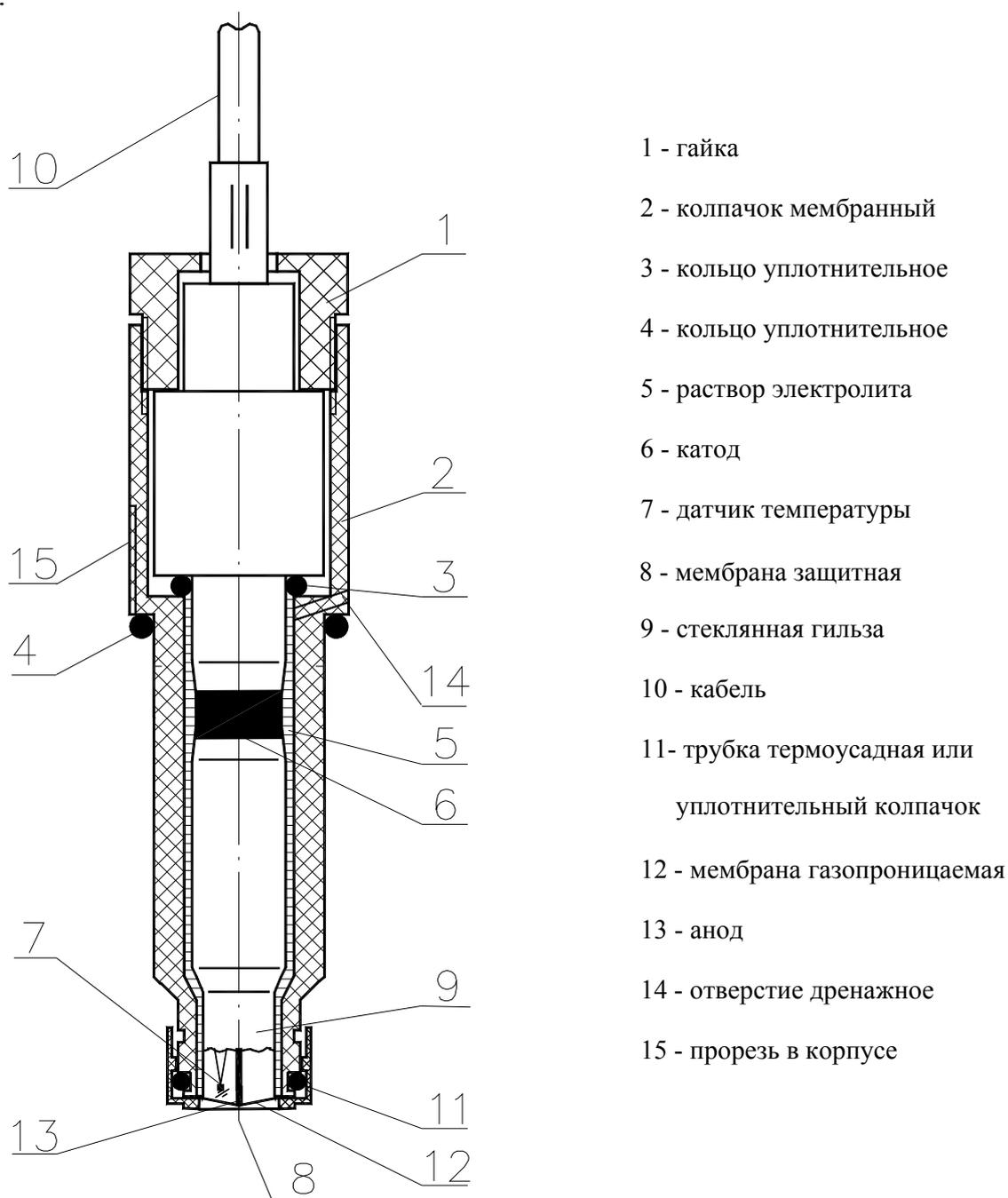


Рис. 4.2. Внешний вид АСрН<sub>2</sub>-01, АСрН<sub>2</sub>-03 и АСрН<sub>2</sub>-04.

АСрН<sub>2</sub>-01 представляет собой электролитическую ячейку, образованную электродной системой: - анодом 13 и катодом 6, погруженными в раствор электролита 5. Электрохимическая ячейка расположена в корпусе 2 и отделена от анализируемой среды газопроницаемой мембраной 12. Электродная система закреплена в стеклянной цилиндрической гильзе 9 так, что анод 13 расположен вдоль ее оси и контактирует с раствором электролита 5 со стороны торцевой части гильзы 9, а катод 6 расположен на боковой поверхности гильзы 9. Газопроницаемая мембрана 12 закреплена на торцевой части корпуса 2.

Герметизация электролитической ячейки осуществляется с помощью уплотнительного кольца 3 и гайки 1. На боковой поверхности корпуса 2 имеется дренажное отверстие 14 для удаления избытка раствора электролита 5. Амперометрический сенсор АСрН<sub>2</sub>-01 снабжен системой термокомпенсации, которая вводится на температурную зависимость растворимости водорода в воде и/или на свойства газопроницаемой мембраны. Датчик температуры 7 впаян в торцовую часть стеклянной гильзы 9. Расположение датчика температуры 7 и анода 13 в непосредственной близости от анализируемой жидкости обеспечивают высокую точность и экспрессность измерений. Такое расположение датчика температуры 7 позволяет исключить ошибки при калибровке сенсора, возникающие из-за «охлаждения» мембраны вследствие испарения влаги с ее поверхности. Одинаковые постоянные времени ответа амперометрического сенсора на изменения концентрации водорода и на изменение температуры анализируемой жидкости позволяют снизить динамическую погрешность измерений и обеспечить высокую точность термокомпенсации. АСрН<sub>2</sub>-01 может устанавливаться в проточную измерительную камеру или в колбы с коническим шлифом 14/23 (например стандартные склянки БПК-150-29/32-14/23 - производитель "Стеклолабсервис", г. Клин, М.О., шифр при заказе 560). Благодаря малому потреблению водорода амперометрическим сенсором, он может использоваться для «in vitro» измерений в микропробах (50 мкл). В этом случае АСрН<sub>2</sub>-01 устанавливается в измерительную камеру для «микроанализа» (ИКМА) см. рис. 4.4.

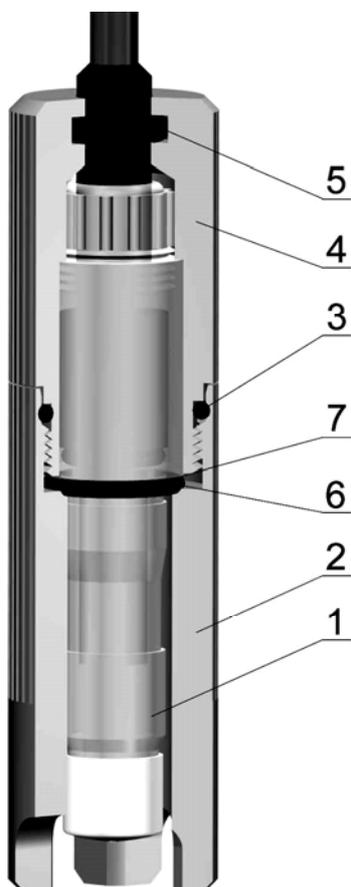
Конструкция АСрН<sub>2</sub>-03 отличается от базовой модели АСрН<sub>2</sub>-01 более высокой чувствительностью, поэтому длина кабеля этого сенсора может быть увеличена до 10 м. Сенсоры этой модификации могут устанавливаться в проточную измерительную камеру и в комплекте анализатора АВП-01Г предназначены для аналитического контроля водорода в потоке газов, протекающих через измерительную камеру.

Конструкция АСрН<sub>2</sub>-03 отличается от модели АСрН<sub>2</sub>-01 повышенной чувствительностью и предельно низкой величиной остаточного тока.

Конструкция АСрН<sub>2</sub>-04 отличается от модели АСрН<sub>2</sub>-03 наличием дополнительной защитной мембраны 8 (см. рис. 4.2), расположенной на внешней поверхности газопроницаемой мембраны 12. Наличие мембраны 8 обеспечивает дополнительную степень защиты электродной системы и газопроницаемой мембраны 12 от повреждений, вызванных перепадами давлений в анализируемой жидкости и наличием в ней твердых частиц. Кроме того, благодаря защитной мембране 8 снижается зависимость показаний от скорости потока анализируемой жидкости. Это позволило отказаться от переливных устройств и стабилизаторов расхода, традиционно применяемых в аналогичных приборах зарубежного и отечественного производства. Благодаря этим свойствам АСрН<sub>2</sub>-03 и АСрН<sub>2</sub>-04 в комплекте с анализатором АВП-01Г нашли широкое применение в теплоэнергетике и промышленности при определении следовых количеств водорода в жидкостях, например, при

автоматическом химконтроле процессов водоподготовки на АЭС, ТЭЦ, ГРЭС и теплосетях. Для решения этих задач АСрН<sub>2</sub>-03 и АСрН<sub>2</sub>-04 устанавливаются в проточные измерительные камеры, снабженные встроенным обратным клапаном (см. рис. 3.2, 4.5, 4.6).

Конструкция АСрН<sub>2</sub>-05 отличается от базовой модели АСрН<sub>2</sub>-01 тем, что амперометрический сенсор устанавливается в герметичную ячейку, предназначенную для проведения измерений в жидкостях на глубине до 20 м. Внешний вид АСрН<sub>2</sub>-05 показан на рис. 4.3.



1. Амперометрический сенсор.
2. Защитный корпус.
3. Кольцо уплотнительное.
4. Защитная гайка.
5. Кольцо уплотнительное.
6. Кольцо уплотнительное.
7. Дренажное отверстие.

Рис. 4.3. Внешний вид АСрН<sub>2</sub>-05 погружного типа.

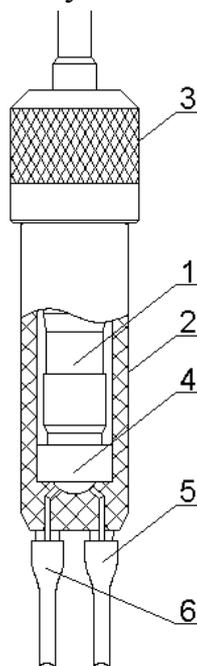
Герметичная ячейка, состоящая из корпуса 2 (см. рис. 4.3) и гайки 4, изолирует амперометрический сенсор 1 от анализируемой жидкости с помощью уплотнительных колец 3, 5 и 6. При закручивании гайки 4 до упора, кольцо 6 деформируется и герметизирует дренажное отверстие 7. Корпус 2, выступающий за пределы АСрН<sub>2</sub>-05, защищает чувствительную часть сенсора от возможных ударов. В нижней части корпуса 2 выполнены четыре окна, через которые пузырьки воздуха свободно выходят при погружении сенсора в жидкость. Сферическая форма чувствительной поверхности АСрН<sub>2</sub>-05 также способствует свободному удалению пузырьков газа. Малое потребление водорода электродной системой АСрН<sub>2</sub>-05 и достаточно большие окна в нижней части корпуса 1 позволяют использовать АВП-01П для измерений водорода как в перемешиваемых, так и в неподвижных жидкостях.

Модификация сенсора АСрН<sub>2</sub>-06 отличается от базовой модели АСрН<sub>2</sub>-01, тем, что его конструкция выполнена в корпусе из нержавеющей стали и снабжена компенсатором внешнего давления. Благодаря этому АСрН<sub>2</sub>-06 могут применяться для определения концентрации водорода в жидкостях и газах при высоких давлениях, в том числе в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов. Электродная система сенсора (см. рис. 3.8), состоящая из катода 6, анода 13 и раствора электролита размещена в колпачке 2 из пластмассы, устойчивой к высоким температурам и давлениям. На торцевой поверхности колпачка 2 закреплена система мембран 12, выдерживающая перепады давления. С этой целью на боковой поверхности мембранного колпачка 2 также расположен компенсатор давления. Благодаря резиновым кольцам 3, 4, и 8 обеспечивается герметизация электродной системы сенсора при закручивании нижнего 1 и верхнего 15 корпусов сенсора. На корпусе 15 сенсора закреплен разъем для подключения кабеля 10, соединяющего сенсор с измерительным устройством АВП-01. Сенсоры АСрН<sub>2</sub>-06 выпускаются в нескольких исполнениях, отличающихся габаритными и присоединительными размерами. Обозначения и унифицированные размеры исполнений сенсоров АСрН<sub>2</sub>-06 при заказе и в документации другого изделия приведены в таблице на рис. 3.8.

#### 4.3. Описание конструкции измерительных камер.

Для решения ряда конкретных задач аналитического контроля водорода, фирмой «Альфа БАССЕНС» выпускаются несколько модификаций измерительных камер.

Измерительная камера для микроанализа (ИКМА) показана на рис. 4.4. Амперометрический сенсор 1 устанавливается в корпус 2 измерительной камеры и фиксируется в ней с помощью гайки 3. Чувствительная часть сенсора герметизируется с помощью уплотнительного резинового колпачка 4 при закручивании гайки 3. Для ввода анализируемой пробы предусмотрен входной штуцер 5, а для выхода штуцер 6. С помощью ИКМА можно проводить измерения в микрообъемах жидкостей (50 мкл) и газов.



1. Амперометрический сенсор.
2. Корпус измерительной камеры.
3. Гайка.
4. Уплотнительный колпачок.
5. Входной штуцер.
6. Выходной штуцер.

Измерительные  
камеры для анализа в  
потоке газов (ИКПГ) и

Рис.4.4. Измерительная камера для микроанализа.

жидкостей (ИКПЖ) показаны на рис. 3.2, рис. 3.9 и рис. 3.10. Конструкции этих измерительных камер отличаются от ИКМА расположением входного и выходного штуцеров, а также способом герметизации АС.

Конструкция ИКПЖ отличается от ИКПГ наличием обратного клапана, расположенного в нижней части измерительной камеры (см. рис. 4.5).

Обратный клапан устанавливается на нижний штуцер, который закручивается в измерительную камеру (см. рис. 4.6).



Рис. 4.5. Установка обратного клапана в ИКПЖ



Рис. 4.6. Установка обратного клапана на штуцер.

В данных конструкциях электродная система в АС герметизируется с помощью кольца 4 (см. рис. 4.2), установленного на боковой поверхности мембранного колпачка 2. При закручивании гайки (см. рис. 3.10) резиновое кольцо 4 (см. рис. 4.2) перекрывает дренажное отверстие 14 в корпусе АС. Для крепления измерительных камер на щите или «по месту» предусмотрен специальный кронштейн, входящий в комплект поставки. Присоединительные штуцера рассчитаны на подводящие трубки из ПВХ с внутренним диаметром 6 мм. На линии входа может устанавливаться фильтр, защищающий АС от твердых частиц присутствующих в анализируемой жидкости или газе.

#### 4.4. Принцип работы анализатора.

Работа анализатора основана на поляризации анода относительно вспомогательного электрода и измерении тока деполяризации, возникающего в результате диффузии водорода из исследуемой жидкости и последующей электрохимической реакции его окисления, протекающей по схеме



Сигналы АС и датчика температуры усиливаются в предварительном усилителе, нормируются и подаются на АЦП. После внесения автоматических коррекций на температурную зависимость коэффициента проницаемости

водорода в газопроницаемой мембране и/или температурную зависимость коэффициента растворимости водорода в воде, полученный в измерительном устройстве сигнал отображается на дисплее анализатора в выбранной оператором единице измерения. Одновременно сигнал АС преобразуется в токовый сигнал 0 – 5 или 0/4 – 20 мА. Сигнал АС в цифровом виде может передаваться на компьютер через RS-232 или RS-485. Результаты измерений могут также записываться в энергонезависимую память в формате выбранного протокола (непрерывная дискретная запись) и в электронный блокнот.

## **5. Общие сведения.**

### **5.1. Общие сведения об измеряемых величинах и единицах измерения.**

При аналитическом контроле водорода в газах считается общепризнанным характеризовать его парциальным давлением ( $p_{H_2}$ ) и/или концентрацией ( $c_{H_2}$ ). Для измерений парциального давления водорода обычно используют следующие единицы измерения: мм.рт.ст, кПа. Под парциальным давлением водорода в газовой смеси понимают ту часть общего давления, которая приходится на молекулы водорода. Парциальное давление водорода в газе зависит от барометрического давления ( $B$ ) и влажности  $\Psi$ . Для исключения ошибок калибровки возникающих из-за неопределенности в значении влажности газовой смеси, в анализаторе АВП-01 предусмотрен режим автоматической калибровки по ПГС насыщенной парами воды или получаемой с помощью устройства для калибровки УК-01. При проведении автокалибровки анализатор запрашивает значение атмосферного давления и учитывает давление насыщенных водяных паров при температуре калибровки.

Для измерений концентрации водорода в газах обычно используют величину «процентное содержание водорода», а в качестве единицы измерения - объемные проценты (об. %).

При аналитическом контроле водорода в жидкостях считается общепризнанным характеризовать его парциальным давлением ( $p_{H_2}$ ) и/или концентрацией ( $c_{H_2}$ ). Парциальное давление водорода в жидкости равно парциальному давлению водорода в газовой фазе с которой жидкость находится в состоянии динамического равновесия. Для измерений парциального давления водорода в анализаторе АВП-01 предусмотрены две единицы измерения: мм.рт.ст. и кПа. При проведении измерений парциального давления водорода в жидкости анализатор автоматически компенсирует систематическую ошибку измерения, известную в литературе как коэффициент «Жидкость-газ».

Для измерений концентрации водорода в жидкостях обычно используют величину массовой концентрации водорода, выраженной в мг/л, мкг/л или ppm. Учитывая что сигнал  $АС_{p_{H_2}}$  прямо пропорционален  $p_{H_2}$  и зависит от температуры анализируемой жидкости АВП-01 вносит двойную температурную компенсацию на диффузионные свойства газопроницаемой мембраны и температурную зависимость коэффициента растворимости

водорода в воде. При этом анализатор также компенсирует систематическую ошибку измерений «Жидкость-газ». В тех случаях, когда измерения  $\text{сН}_2$  проводятся в соленых водах, анализатор автоматически корректирует результаты измерений в соответствии с соленостью, заданной в пересчете на  $\text{NaCl}$ .

Для реализации измерений концентрации водорода в этих единицах проводят авто калибровку анализатора по ПГС насыщенной парами воды или по газовой смеси получаемой с помощью устройства для калибровки УК-01. Благодаря реализованным в анализаторе алгоритмам выбора и пересчета единиц измерений, Вы можете осуществлять переход из одной единицы измерения в другую без необходимости перекалибровки. Анализатор самостоятельно определит необходимость внесения тех или иных термокомпенсаций, выполнит все необходимые пересчеты, связанные с изменением измеряемой величины, единицы измерения и параметров калибровки. При этом диапазоны настройки токового выхода и пределов регулирования сигнализации автоматически изменятся в соответствии с выбранной Вами единицы измерения.

## 5.2. Общие сведения по калибровке анализатора.

Сигнал  $\text{АСрН}_2$  является линейной функцией парциального давления водорода. Поэтому для калибровки анализатора нужно иметь всего две точки: эталонную нулевую точку (например атмосферный воздух, чистый азот, аргон или др.) и среду с известным парциальным давлением водорода, например поверочную газовую смесь (ПГС) из аттестованного баллона или приготавливаемую в УК-01. Другое важное обстоятельство существенно упрощающее процедуру калибровки и поверки анализаторов заключается в том, что разница показаний при измерениях в газе и жидкости находящейся с ним в равновесии составляет постоянную и малую величину, которая алгоритмически корректируется. Поэтому калибровку и поверку анализаторов, предназначенных для измерений  $\text{рН}_2$  и  $\text{сН}_2$  в жидкостях можно проводить по ПГС. Понятно, что от точности калибровки анализатора зависит точность измерений. Так, например, при измерениях в области низких значений  $\text{рН}_2$  точность анализа в большей степени зависит от точности калибровки нулевой точки, и наоборот, точность измерений в области больших  $\text{рН}_2$  в большей степени зависит от точности калибровки анализатора по ПГС.

В анализаторе реализованы следующие виды калибровок:

- калибровка по нулевой точке;
- автоматическая калибровка по ПГС;
- специальная калибровка.

### Калибровка нулевой точки.

При измерениях в области малых концентраций водорода, ошибки, связанные с неточностью калибровки нулевой точки, могут привести к значительным ошибкам измерений. Для проведения таких измерений нами разработаны две модификации сенсоров:  $\text{АСрН}_2\text{-03}$  и  $\text{АСрН}_2\text{-04}$ . Главными отличительными

особенностями этих сенсоров являются предельно низкое значение остаточного тока сенсора, его стабильность во времени и обеспечение работы сенсора в условиях «неразрушающего» контроля анализируемой жидкости. Для обеспечения высокой точности измерений концентраций водорода в области низких концентраций рекомендуем тщательно проводить калибровку нулевой точки. Для калибровки этой точки можно использовать атмосферный воздух или газы высокой чистоты, не содержащие водород.

#### Автокалибровка по поверочной газовой смеси.

Для исключения ошибок калибровки, возникающих из-за изменения влажности ПГС, автоматическую калибровку необходимо проводить по ПГС, насыщенной парами воды.

При проведении автоматической калибровки по ПГС анализатор АВП-01 измеряет температуру мембраны с помощью встроенного в АС датчика температуры и компенсирует температурную зависимость ее проницаемости по водороду. Затем рассчитывается уравнение калибровочной прямой, построенной в координатах: расчетное значение  $(pH_2)_{расч}$  от истинного  $(pH_2)_{ист}$  в калибровочной среде. Благодаря этому калибровка и измерения величины парциального давления (единицы измерения: мм.рт.ст., кПа) или процентного содержания водорода (единицы измерения: об. %) могут проводиться при температурах от 0 до 50 °С. При калибровке и измерениях водорода в жидкостях в единицах массовой концентрации (мг/л, мкг/л, ppm) анализатор компенсирует также температурную зависимость коэффициента растворимости водорода в воде. Поэтому калибровка и измерения массовой концентрации водорода в воде также могут проводиться при любой температуре в диапазоне от 0 до 50 °С. Интеллектуальные алгоритмы АВП-01 позволяют Вам проводить калибровку в любой выбранной единице измерения, а затем при измерениях переходить в любую другую единицу измерения. При этом не требуется еще раз проводить калибровку. Анализатор самостоятельно определит необходимость внесения тех или иных термокомпенсаций, выполнит все необходимые пересчеты, связанные с изменением как измеряемой величины, так и единицы измерения. Если измерения будут проводиться в водах с известным солесодержанием, анализатор также внесет коррекцию на соленость.

Специальная калибровка. При специальной калибровке анализатора в качестве стандартного образца с известным содержанием водорода используется водородосодержащая газовая смесь, получаемая с помощью установки калибровочной УК-01.

### **5.3. Общие сведения по введению коррекций в процессе измерений.**

#### **5.3.1. Коррекция на изменение барометрического давления.**

Измеряемые величины «Процентное содержание водорода в газах» (об. %) не зависят от барометрического давления. Так как сигнал  $АСpH_2$  прямо пропорционален  $pH_2$ , то при проведении измерений в об. % необходимо следить за изменениями барометрического давления (В). Если барометрическое

давление отличается на величину более чем 10 мм.рт.ст. от значения записанного в энергонезависимую память при последней калибровке, то необходимо откорректировать это значение. Для этого в режиме «УСТАНОВКА» (см. рис. 8.3-1 и 8.3-2) необходимо ввести текущее значение барометрического давления. При этом не требуется проводить автокалибровку снова. Эти замечания в полной мере относятся к задачам измерений процентного содержания водорода при повышенных давлениях, например в барокамерах и в сосудах работающих при избыточном давлении.

### **5.3.2. Коррекция на соленость.**

Известно, что с увеличением солености массовая концентрация водорода в водных растворах уменьшается вследствие эффекта Сеченова. Поэтому при проведении измерений массовой концентрации водорода (единицы измерений мг/л, мкг/л, ppm) в водах с содержанием солей более 1 г/л необходимо вводить коррекцию на соленость. Следует помнить, что различные соли по-разному «высаливают» водород. Обычно коррекцию на соленость вводят по показаниям кондуктометра в пересчете на NaCl.

Более адекватным средством измерения концентрации водорода в жидкостях с неизвестными коэффициентами растворимости являются АСсН<sub>2</sub>.

### **5.3.3. Коррекция систематической погрешности измерений: Коэффициент «Жидкость-Газ».**

При анализе жидкостей для АСрН<sub>2</sub> характерны систематические погрешности измерений. Природа подобных ошибок связана с не идеальностью АСрН<sub>2</sub> и подробно описана в [1,2,6]. Эти ошибки проявляются в разнице показаний АСрН<sub>2</sub> в газовой фазе и жидкости, находящейся с ней в состоянии динамического равновесия. В литературе [6] эта ошибка получила название коэффициент «жидкость-газ». Для наиболее совершенных конструкций АСрН<sub>2</sub> коэффициент «жидкость-газ» составляет от 0.1 до 2 % (т.е. показания АСрН<sub>2</sub> в жидкости меньше показаний АСрН<sub>2</sub> в газовой фазе на 0.1 - 2%). Для АСрН<sub>2</sub>-01, АСрН<sub>2</sub>-05 и АСрН<sub>2</sub>-06 коэффициент «жидкость-газ» не превышает 0.5 %. Для АСрН<sub>2</sub>-03 и АСрН<sub>2</sub>-04 величина коэффициента «жидкость-газ» не превышает соответственно 0.5 и 0.8 % при расходе анализируемой жидкости более чем 0.5 л/час. В анализаторе АВП-01 реализован алгоритм внесения компенсации систематической погрешности «жидкость-газ».

**Влияние скорости потока анализируемой жидкости.** При малых расходах анализируемой жидкости через измерительную камеру сигнал АСрН<sub>2</sub> зависит от скорости потока. Для минимизации влияния скорости потока на измерительный сигнал параметры АСрН<sub>2</sub> оптимизированы и выбраны исходя из условия обеспечения «неразрушающего контроля» анализируемой жидкости. В АСрН<sub>2</sub>-01, АСрН<sub>2</sub>-05 и АСрН<sub>2</sub>-06 используются микро аноды, поэтому влияние скорости потока на сигнал АС незначительно благодаря малому потреблению водорода самим сенсором. Для обеспечения измерений в микро

граммовой области концентраций необходимо применять аноды большего диаметра. Поэтому в АСрН<sub>2</sub>-03 и АСрН<sub>2</sub>-04 используются аноды диаметром до 1 мм. Эти сенсоры чувствительны к скорости потока в диапазоне от 0 до 0.5 л/час. При скоростях потока более 0.5 л/час зависимость сигнала АСрН<sub>2</sub>-03 и АСрН<sub>2</sub>-04 от скорости потока незначительна. Поэтому при скоростях протока анализируемой жидкости более 0.5 л/час не требуется применять специальных переливных устройств и стабилизаторов расхода. Целесообразность применения этих устройств оправдана только при расходах менее 0.5 л/час. Для тех случаев, когда скорость потока анализируемой жидкости стабилизирована и находится в диапазоне от 0.1 до 1 л/час систематическую погрешность можно автоматически компенсировать путем задания коэффициента «Жидкость-газ», предварительно измеренного при данном расходе (см. Приложение 1).

## **6. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ АНАЛИЗАТОРА.**

6.1. Эксплуатация анализатора без ознакомления с настоящим руководством не рекомендуется.

6.2. Техническое обслуживание анализатора и ремонтные работы должны проводиться при отключенном питании.

6.3. Перед включением анализатора в сеть следует проверить правильность установки предохранителя, сохранность изоляции сетевого шнура и вилки подключения к сети.

6.4. При эксплуатации анализатора запрещается:

- производить соединение и разъединение кабелей при включенном в сеть анализаторе;
- замыкать контакты токового выхода и RS-каналов при включенном в сеть анализаторе;
- работать при неисправном анализаторе;

При обнаружении неисправности необходимо выключить анализатор и вызвать специалиста (адрес и контактные телефоны на 2 стр. РЭ) .

6.5. Не допускается:

- применять шнур и соединительные кабели с поврежденной изоляцией;
- применять нестандартные предохранители.

6.6. При работе с амперометрическим сенсором следует соблюдать осторожность, оберегая стеклянную гильзу от ударов. При длительном хранении амперометрического сенсора в нерабочем состоянии (более 6 месяцев) необходимо слить раствор электролита, промыть корпус сенсора дистиллированной водой и одеть его на амперометрический сенсор (см. п. 3.3).

При установке амперометрического сенсора в измерительную камеру необходимо проверить наличие герметизирующего кольца 4 или уплотнительного колпачка 4 (см. рис. 4.2 и 4.4).

6.7. При работе и межрегламентном обслуживании АС не допускается прикладывать механические усилия к кабелю. При работе или длительном

хранении АС с раствором электролита (более 1 года) могут возникнуть трудности с разборкой АС из-за высыхания и кристаллизации солей раствора электролита в корпусе АС. В этом случае необходимо открутить гайку 1 (см. рис. 4.2) и с помощью шприца залить 1 мл дистиллированной воды в верхнюю часть корпуса 2. Затем удалите газопроницаемую мембрану и погрузите торцовую часть АС в стакан с водой. Через 2 – 6 часов амперометрический сенсор можно достать из корпуса, не прикладывая особых усилий.

6.8. Во избежание загрязнения электродной системы не допускается прикасаться руками к поверхности электродов.

## 7. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

**ВНИМАНИЕ!** После транспортирования в условиях отрицательных температур анализаторы в транспортной таре должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 4 часов. При транспортировке в условиях отрицательных температур амперометрические сенсоры не заполняются раствором электролита, о чем делается соответствующая запись на стр. 2 настоящего руководства. В этом случае Вам необходимо выполнить операции п. 3.3.

### 7.1. Общие требования к установке анализаторов водорода.

Анализаторы АВП-01 могут устанавливаться в лабораторных или промышленных условиях “по месту” или на щите. В зависимости от исполнения амперометрического сенсора они могут устанавливаться в измерительную камеру, сосуд работающий под давлением, биореактор, метантенк или непосредственно в анализируемую среду. В исполнениях анализаторов АВП-01, предусматривающих поставку измерительной камеры, расстояние на которое она может быть удалена от анализатора определяется длиной кабеля АС. Измерительная камера должна быть закреплена в кронштейне, входящем в комплект поставки, в вертикальном положении.

При проведении непрерывных измерений концентрации водорода в потоке жидкостей или газов, рекомендуется на линии входа анализируемой пробы установить регулятор давления (дрессель) и холодильник. Регулятор давления должен обеспечивать регулирование расхода анализируемой пробы через измерительную камеру АС в диапазоне от 0.1 до 50 л/час. Холодильник должен обеспечивать охлаждение анализируемой пробы до температуры 0 – 50°C. С целью уменьшения времени транспортного запаздывания и эффектов “подсоса воздуха” рекомендуется анализатор устанавливать в непосредственной близости от пробоотборной точки. Для подвода анализируемой пробы к измерительной камере АС допускается использование трубки из нержавеющей стали. Для удобства соединения трубки из нержавеющей стали с измерительной камерой допускается использовать короткий отрезок ( не более 0.5 м) трубки из ПВХ с внутренним диаметром не менее 4 мм и толщиной стенки не менее 1 мм. При проведении непрерывных измерений водорода в микро граммовой области концентраций использование трубок из силиконовой резины не допускается. Слив анализируемой пробы

должен быть свободным. Для этого допускается использование трубки из ПВХ с внутренним диаметром не менее 4 мм.

## **7.2. Установка анализатора АВП-01 (см. рис. 7.1.).**

Анализатор АВП-01 выполнен в герметичном боксе со степенью защиты IP-65. Бокс имеет два отсека: верхний и нижний. На лицевой поверхности верхнего отсека (рис. 5.1.) расположен графический дисплей 5 и клавиатура 6. Для доступа к лицевой панели анализатора необходимо открыть замок 1 и, надавив на плоскую пружину (снизу крышки), открыть прозрачную крышку 2. Для доступа в нижний отсек необходимо открутить винты 3 и, потянув на себя верхний отсек, откинуть его на 90°. В нижнем отсеке (рис.7.1.) расположены разъем 2 для подключения АС, клеммники 8 и 9, предохранитель 3 и отсек 1 для батарейки. Для крепления бокса на задней стенке анализатора необходимо закрепить четыре кронштейна 5 (входят в комплект поставки). Крепление бокса производят через отверстия в кронштейнах с помощью винтов или дюбельных соединений. Установочные размеры для крепления анализатора приведены на рис.7.3. На расстоянии не более 1.5 м от анализатора крепят розетку и подводят напряжение 220 В или 36В. Если питание анализатора будет осуществляться от сети 36В, 50 Гц, необходимо предохранитель 3 установить в соответствии с маркировкой (см. рис. 7.2 и маркировку в нижнем отсеке анализатора). При выпуске из производства предохранитель устанавливается в положение, соответствующее питанию анализатора от сети 220В 50Гц. Для ввода проводов токового выхода и проводов «сухих контактов» внутрь нижнего отсека анализатора необходимо проткнуть отверстия в резиновых перемычках 7 с помощью крестообразной отвертки или шила. Через отверстия провести провода и соединить их с коммутационной колодкой (рис.7.2.) и регистрирующим самописцем или соответствующим входом контроллера или компьютера. Для герметичного ввода проводов они должны иметь круглое сечение с наружным диаметром по изоляции от 2.5 до 8 мм. Суммарное сопротивление регистрирующего прибора и соединительных проводов не должно превышать 700 Ом или 2.5 кОм для стандартных токовых выходов 0/4 - 20 мА или 0 - 5 мА соответственно.

Для подключения кабеля RS-канала снимите заглушку на боковой поверхности нижнего корпуса анализатора, проведите через отверстие вилку кабеля RS-канала и соедините ее с соответствующим разъемом во внутреннем отсеке анализатора (рис.7.2). Зафиксируйте гермоввод на боковой поверхности анализатора. Второй конец кабеля RS-канала подключите к соответствующему входу контроллера или компьютера.

Подсоедините вилку анализатора к розетке питания. Включение анализатора осуществляется с помощью выключателя 10, расположенного на нижней поверхности анализатора (см. рис. 7.1).

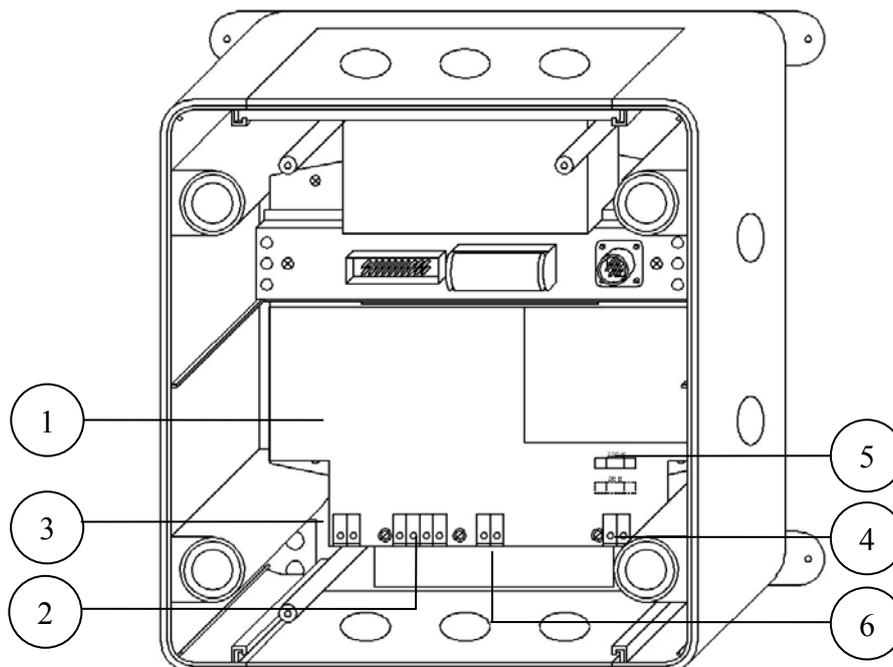


Рис.7.1. Расположение элементов в отсеке.

1 - Системная плата; 2 - Клеммник контактов реле;  
 3 - Клеммник токового выхода; 4 - Клеммник для  
 подключения сети 220 / 36 В; 5 – Предохранитель, 6 –  
 Клеммник интерфейса RS-232 / RS-485.

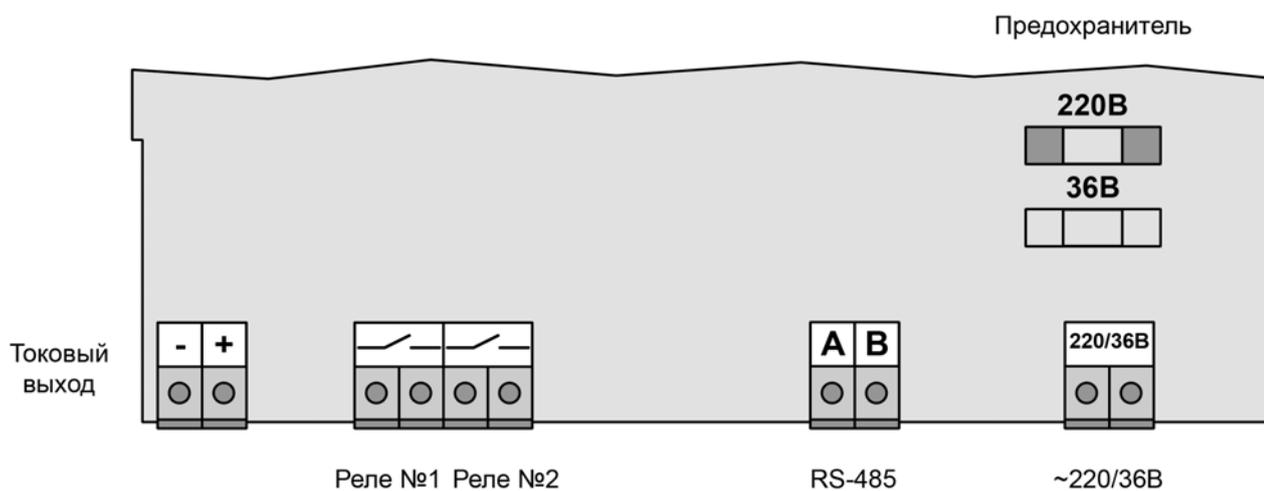


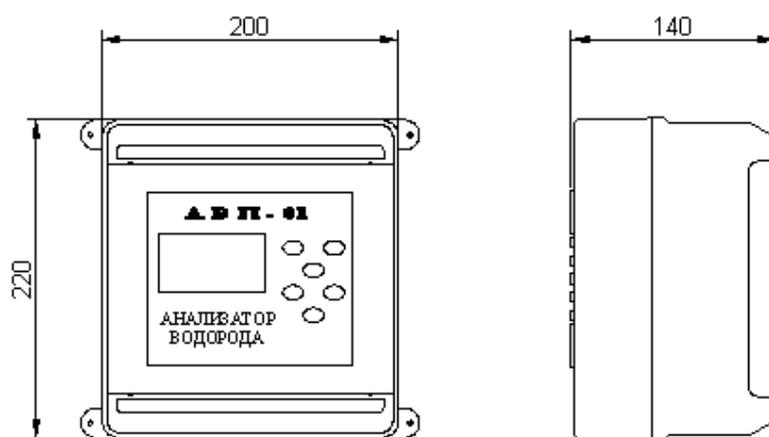
Рис.7.2. Подключение токового выхода, RS-канала и реле.

### 7.3. Установка измерительной камеры (см. рис. 7.4.).

Для решения ряда конкретных задач аналитического контроля водорода, фирмой «Альфа БАССЕНС» выпускаются несколько модификаций измерительных камер. Конструктивные особенности измерительных камер приведены в п. 4.3. Измерительная камера устанавливается в кронштейне, поставляемом вместе с ИК. Крепление кронштейна осуществляется с помощью одного винта. Для этого в месте крепления кронштейна необходимо выполнить одно отверстие М4 и два отверстия диаметром 2 мм согласно рис.7.4. При сверлении отверстий диаметром 2 мм (под штифты) Вы можете предусмотреть возможность установки ИК в вертикальном положении или под острым углом к горизонту. Расстояние от места установки ИК до анализатора определяется длиной кабеля АС, входящего в комплект выбранного Вами исполнения анализатора АВП-01. Закрепите кронштейн с помощью винта М4, предварительно совместив штифты в кронштейне с отверстиями  $d=2$  мм. Установите АС в ИК и закрутите накидную гайку до упора. При закручивании гайки резиновое кольцо на мембранном колпачке должно перекрыть дренажное отверстие и герметизировать АС в ИК. Затем установите ИК в кронштейн. Подвод анализируемой пробы монтировать трубкой из нержавеющей стали и трубкой из ПВХ (для гибкого соединения). При проведении непрерывных измерений водорода в микрограммовой области концентраций использование трубок из силиконовой резины не допускается. Слив анализируемой пробы должен быть свободным. Для этого допускается использовать трубки из ПВХ с внутренним диаметром не менее 4 мм.

**7.4. Включение анализатора.** Включение анализатора осуществляется с помощью переключателя (см. рис. 7.1.), который расположен во внутреннем отсеке анализатора за резиновым гермовводом. Для включения анализатора нужно надавить на резиновый гермоввод, расположенный справа на нижней боковой поверхности анализатора. Через 15 минут анализатор готов к проведению калибровки (см. п. 9).

**Примечание.** Для поляризации измерительного электрода  $ASrH_2$  он должен быть подключен к измерительному устройству анализатора не менее 9-12 часов. При выключении анализатора измерительный электрод АС поляризуется от батарейки, установленной в нижнем отсеке анализатора. Батарейку необходимо заменять 1 раз в 2 года.



Вид сзади

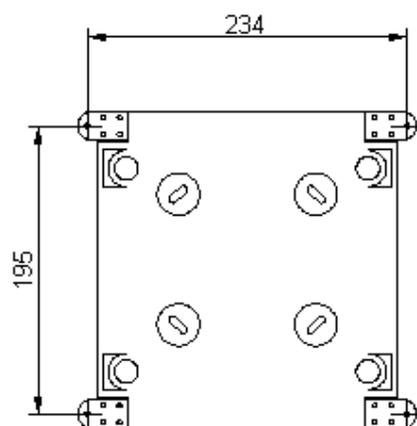
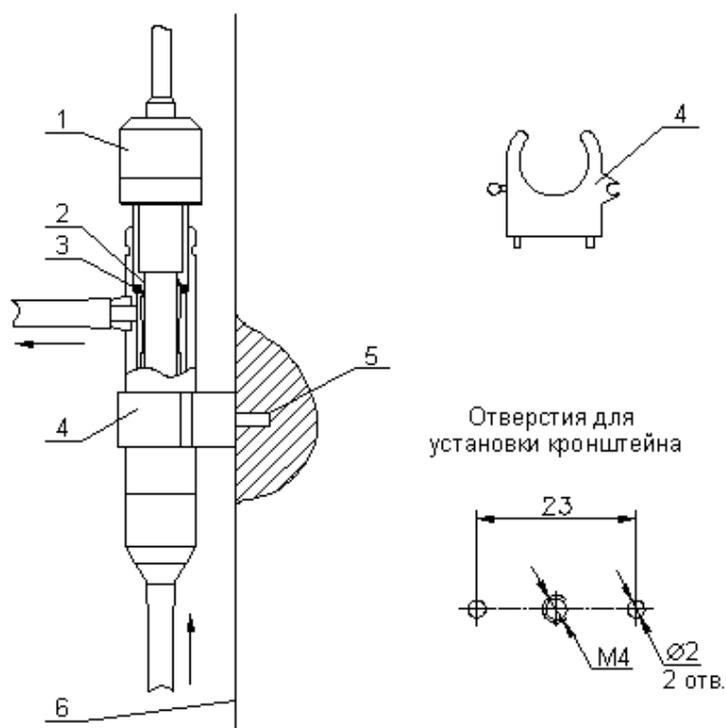


Рис.7.3. Установка анализатора.



1. Гайка.
2. Дренажное отверстие.
3. Резиновое кольцо.
4. Кронштейн для крепления.
5. Винт М4.
6. Стенка.

Рис.7.4. Установка измерительной камеры

## 8. НАСТРОЙКА И УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ АНАЛИЗАТОРА.

### 8.1. Включение анализатора и интерфейс программы.

Включите анализатор переключателем 10 (см. рис. 7.1). После включения анализатора АВП-01 на графическом дисплее отображается логотип фирмы «Альфа БАССЕНС». Затем начинается процесс самодиагностики и автоматической настройки анализатора, который занимает 3-5 минут. Во время диагностики на дисплее отображается процесс выполнения различных диагностических тестов и указывается процент завершения самодиагностики. После успешного завершения диагностических тестов и настройки анализатор переходит в режим измерения и на дисплее анализатора отображаются результаты измерения концентрации водорода в выбранной единице измерения, температуры, время и дата (см. рис. 8.1).

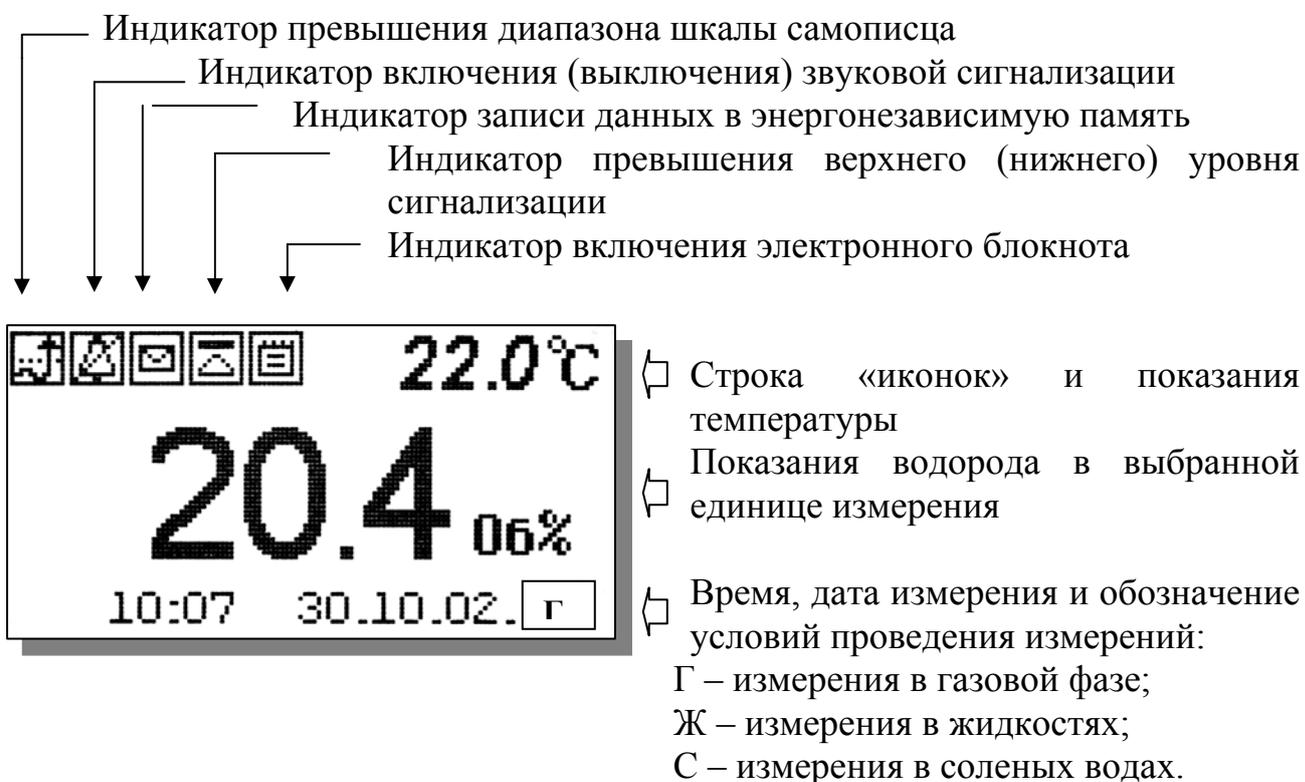


Рис. 8-1. Окно результатов измерения.

Справа от дисплея анализатора (см. рис. 5.1) расположена клавиатура, состоящая из шести клавиш. С помощью этих клавиш Вы управляете работой анализатора. Дисплей и клавиатура имеют подсветку, что создает комфортные удобства в работе с анализатором в затемненных помещениях. Клавиши клавиатуры выполняют следующие функции:

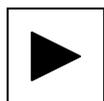
← - клавиша «ВВОД» выполняет функции входа в ГЛАВНОЕ МЕНЮ, ввода данных, выбора опций меню и утвердительных ответов «ДА» на вопросы, высвечиваемые на графическом дисплее;

С – клавиша «СБРОС» выполняет функцию отказа от выполнения предлагаемых на дисплее действий и возврата к предыдущим опциям меню. С

помощью этой клавиши также даются отрицательные ответы «НЕТ» на вопросы, высвечиваемые на графическом дисплее. При срабатывании звуковой сигнализации удержание этой клавиши в нажатом состоянии в течение 5 сек. отключает звуковой сигнал. Повторное удержание этой клавиши включает звуковой сигнал



Четыре клавиши, расположенные в углах ромба, выполняют функции перемещения курсора в направлениях указанных стрелками.



Когда анализатор требует ввести числовые или символьные значения, клавишами со стрелками «ВПРАВО», «ВЛЕВО» выбирается знакоместо для ввода конкретной цифры или символа. С помощью этих клавиш также осуществляется функция пролистывания данных, записанных в энергонезависимую память и электронный блокнот.



Когда анализатор требует ввести числовые или символьные значения, клавиши со стрелками «ВВЕРХ», «ВНИЗ» выполняют функцию «пролистывания» («больше» и «меньше») и выбора конкретных цифр или символов.

В режиме «Измерение» при нажатии клавиши «ВНИЗ» осуществляется запись данных в электронный блокнот.

Одновременное нажатие клавиш «ВНИЗ» и «ВВОД» в окне «КАЛИБРОВКА» позволяет войти в служебное меню. Опции служебного меню позволяют провести калибровку датчика температуры, электроники и ввести значение коэффициента «Жидкость-газ».

Одновременное нажатие клавиш «ВНИЗ» и «ВВОД» в окне настройки токового выхода позволит Вам изменить масштаб шкалы самописца.

Одновременное нажатие клавиш «ВНИЗ» и «ВВОД» в окне «Установка» позволит Вам восстановить заводские настройки анализатора.

Во время работы анализатора на дисплее могут появляться сообщения:

**Пожалуйста подождите** - Это сообщение появляется при очень быстром изменении сигнала датчика и анализатору для проведения более точных измерений требуется несколько секунд для выбора оптимального коэффициента усиления.

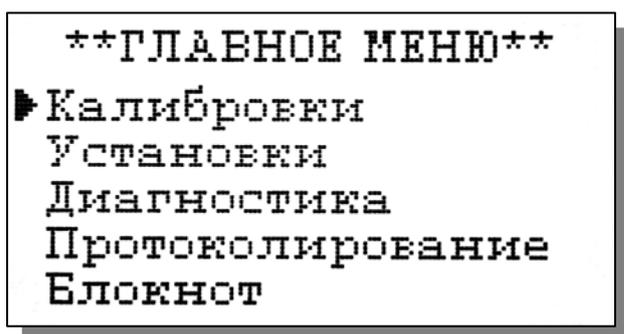
**НЕТ СЕНСОРА** – Это сообщение появляется, когда сенсор не подключен к анализатору или поврежден его кабель.

Не смотря на довольно сложное и разветвленное программное обеспечение, анализатор имеет простой и удобный для Пользователя программный интерфейс. Большой графический дисплей и клавиатура из шести клавиш позволяют Пользователю управлять работой анализатора, осуществлять различные виды настроек и калибровок, записывать и выводить информацию на дисплей анализатора, компьютер и др. интерфейсные устройства. Пользование анализатором предельно простое и сводится к выбору нужных

опций в меню и ответам на вопросы, высвечиваемых на дисплее, с помощью двух клавиш «Да» (Ввод) и «Нет» (Сброс). Алгоритмы управления построены таким образом, что анализатор «ведет» оператора, исключая возможные сбои и ошибки в его работе. Приведенное ниже описание интерфейса Пользователя поможет Вам быстро освоить работу с анализатором. При описании интерфейса Пользователя над иллюстрацией каждого окна указывается цепочка опций, при выборе которых Вы выходите на это окно.

## 8.2. Главное меню.

Дисплей данных  $\Rightarrow$  главное меню



Для входа в главное меню нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*ГЛАВНОЕ МЕНЮ\*\***, показанное на рис. 8.2-1.

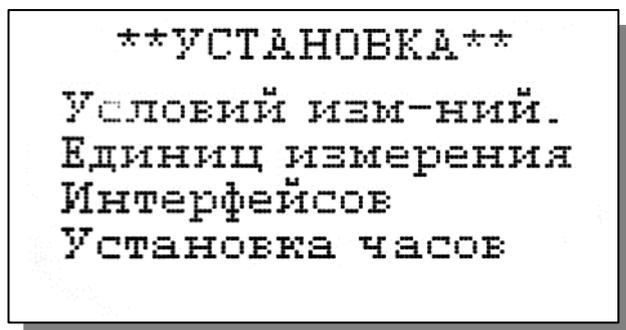
В этом окне с помощью клавиш перемещения курсора Вы можете выбрать одну из пяти опций.

Рис. 8.2-1. Окно «Главное меню»

**Калибровки** - Вход в меню «Калибровки» позволит Вам провести калибровку нулевой точки анализатора, выполнить авто калибровку по ПГС и специальную калибровку при помощи калибратора (подробное описание режима «КАЛИБРОВКА» приведено в п. 9.)

**Установки** - Вход в меню «Установки» позволит Вам ввести барометрическое давление, коэффициент «Жидкость-газ», соленость, выбрать измеряемую величину и единицу измерения водорода, установить часы и настроить интерфейсные устройства. Это меню используется для настройки анализатора на решение конкретных задач аналитического контроля водорода.

Дисплей данных  $\Rightarrow$  главное меню  $\Rightarrow$  установки



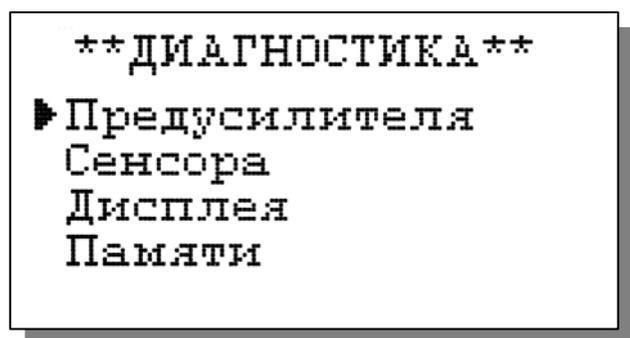
В главном меню выберите опцию «Установки» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*УСТАНОВКА\*\***, изображенное на рис. 8.2-2.

В этом окне с помощью клавиш перемещения курсора Вы можете выбрать одну из четырех опций.

Рис. 8.2-2. Окно «УСТАНОВКА»

**Диагностика** – вход в опцию «ДИАГНОСТИКА» позволит Вам выполнить диагностические тесты отдельных блоков измерительного устройства и амперометрического сенсора.

Дисплей данных ⇨ главное меню ⇨ диагностика

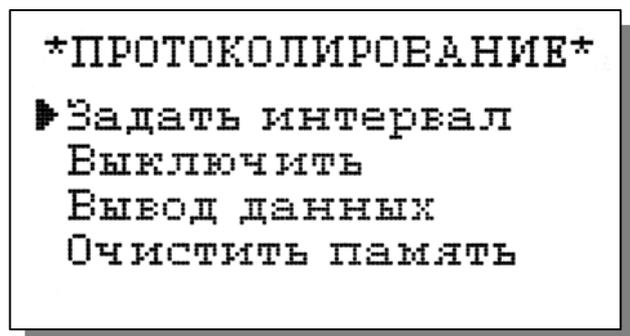


В главном меню выберите опцию «ДИАГНОСТИКА» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*ДИАГНОСТИКА\*\***, изображенное на рис. 8.2-3.

Рис. 8.2-3. Окно «ДИАГНОСТИКА».

**Протоколирование.** Вход в опцию «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ» позволит Вам задавать интервал времени для дискретной записи результатов измерений в энергонезависимую память, осуществлять включение и выключение режима «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ», выводить результаты измерений на дисплей анализатора и компьютер, а также производить удаление данных из энергонезависимой памяти.

Дисплей данных ⇨ главное меню ⇨ протоколирование

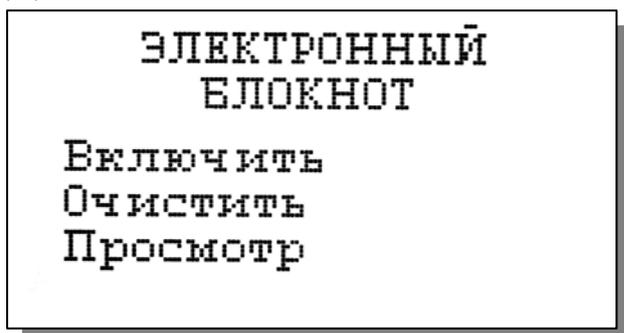


В главном меню выберите опцию «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно **\*\*ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ\*\***, изображенное на рис. 8.2-3.

Рис. 8.2-4. Окно «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ»

**Электронный блокнот.** Вход в опцию «БЛОКНОТ» позволит Вам осуществлять включение и выключение режима записи данных в электронный блокнот, выводить результаты измерений на дисплей анализатора, а также производить удаление данных из блокнота. Запись данных в электронный блокнот осуществляется в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ» нажатием на клавишу «ВНИЗ».

Дисплей данных ⇨ главное меню ⇨ электронный блокнот



В главном меню выберите опцию «БЛОКНОТ» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно **\*\*ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОКНОТ\*\***, изображенное на рис. 8.2-4.

Рис. 8.2-4. Окно «ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОКНОТ»

### 8.3. Меню «УСТАНОВКА»

Дисплей данных ⇨ главное меню ⇨ установки

Это меню (см. рис. 8.3-1) используется для настройки анализатора на решение конкретных задач аналитического контроля водорода. Вход в меню «Установка» позволит Вам ввести данные по условиям проведения измерений, выбрать измеряемую величину и единицу измерения водорода, установить часы и настроить интерфейсные устройства.

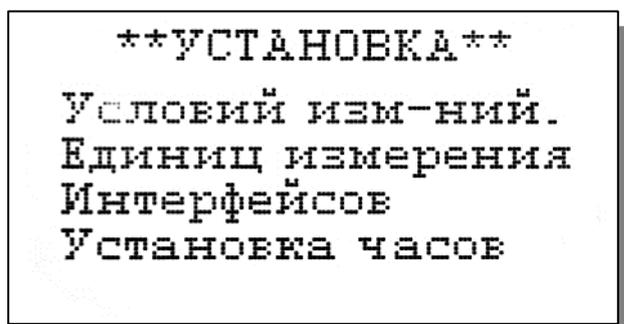


Рис. 8.3-1. Окно «УСТАНОВКА»

#### Установка условий измерений.

Меню установка ⇨ установка условий измерений

При выборе опции «Условий измерений» (см. рис. 8.3-1) на дисплее анализатора открывается одно из трех окон в зависимости от установленной предварительно единицы измерения. Если в опции «Установка единиц измерения» были выбраны единицы измерения об.%, то на дисплее анализатора высвечивается окно, показанное на рис. 8.3-2

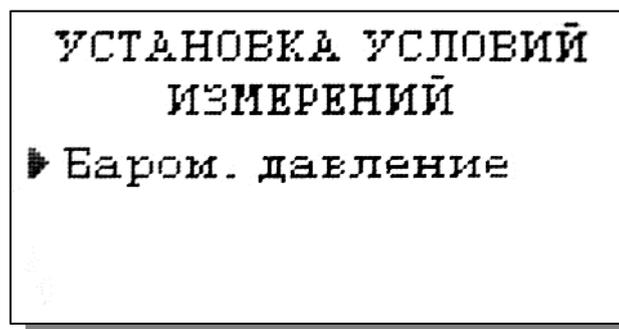


Рис. 8.3-

2 Окно установок условий измерений.

При нажатии клавиши «Ввод» на дисплее анализатора появится окно для ввода данных барометрического давления (рис. 8.3-3). Значение барометрического давления вводится с помощью клавиш перемещения курсора и клавиши «ВВОД».

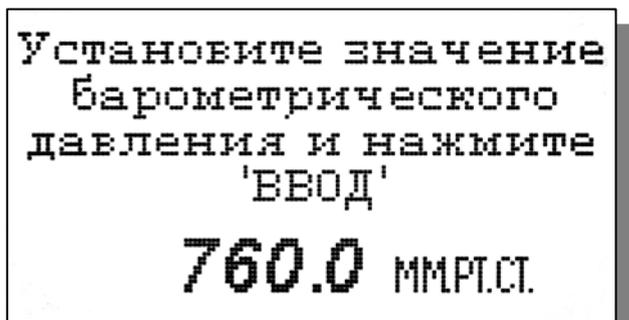
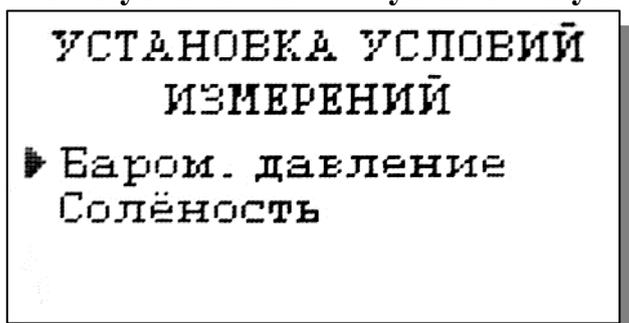


Рис. 8.3-3 Окно установки барометрического давления

Меню установка    ➔ установка условий измерений



Если в опции «Установка единиц измерения» были выбраны единицы измерения массовой концентрации водорода, то при выборе опции «Условий измерений» (см. рис. 8.3-1) на дисплее анализатора открывается окно, показанное на рис. 8.3-4

Рис. 8.3-4 Окно установки барометрического давления и солености

При выборе опции «Соленость» на дисплее анализатора высвечивается окно показанное на рис. 8.3-5. С помощью клавиш перемещения курсора и клавиши «ВВОД» осуществляется ввод значения солености в анализируемой жидкости в пересчете на NaCl.

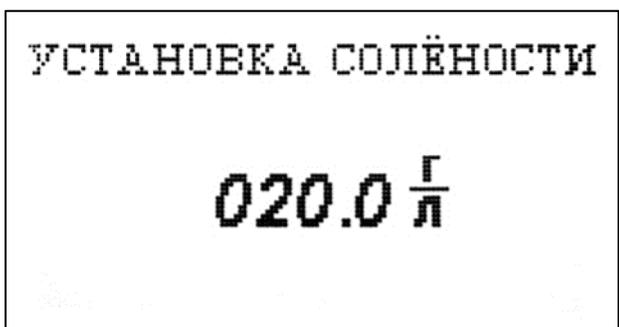
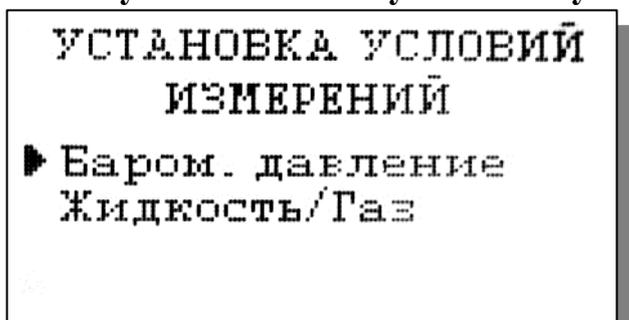


Рис. 8.3-5. Окно установки солености

Меню установка    ➔ установка условий измерений



Если в опции «Установка единиц измерения» была выбрана измеряемая величина парциального давления водорода (мм. рт. ст., кПа), то при выборе опции «Условий измерений» (см. рис. 8.3-1) на дисплее анализатора открывается окно, показанное на рис. 8.3-6

Рис. 8.3-6. Окно установки барометрического давления и выбора среды где будут проводиться измерения рН<sub>2</sub>.

При выборе опции «Жидкость/Газ» на дисплее анализатора высвечивается окно показанное на рис. 8.3-7.

С помощью клавиш перемещения курсора и клавиши «ВВОД» осуществляется выбор среды где будут производиться измерения рН<sub>2</sub> (в жидкости или в газовой фазе). При выборе опции «Жидкость» анализатор будет автоматически компенсировать систематическую погрешность измерений, известную как коэффициент «Жидкость-Газ» (см. п. 5.3.3).

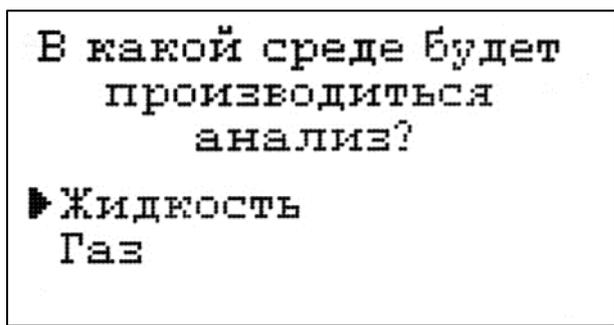
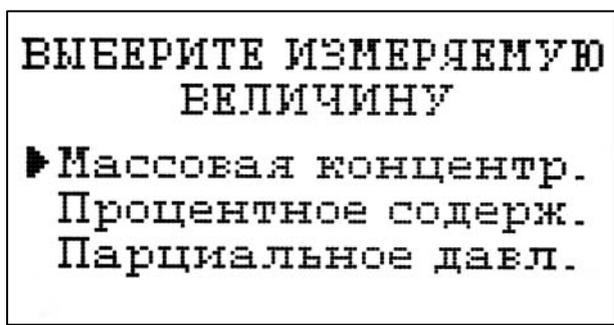


Рис. 8.3-7. Окно выбора среды где будут проводиться измерения рН<sub>2</sub>.

### Установка единиц измерения

Дисплей данных ⇌ главное меню ⇌ установки ⇌  
установка единиц измерения ⇌



При входе в опцию «УСТАНОВКА единиц измерения» анализатор предлагает Вам выбрать измеряемую величину. На дисплее анализатора высвечивается окно, показанное на рис. 8.3-8

Рис. 8.3-8 Окно выбора измеряемой величины

С помощью клавиш перемещения курсора выберите одну из опций на дисплее (см. рис. 8.3-8) и нажмите клавишу «ВВОД». В зависимости от выбранной Вами опции на дисплее появится одно из трех окон.



Рис. 8.3-9а

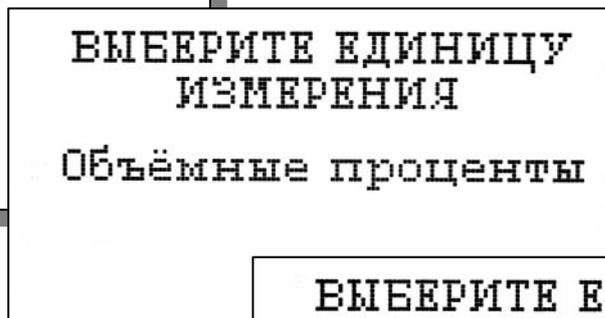
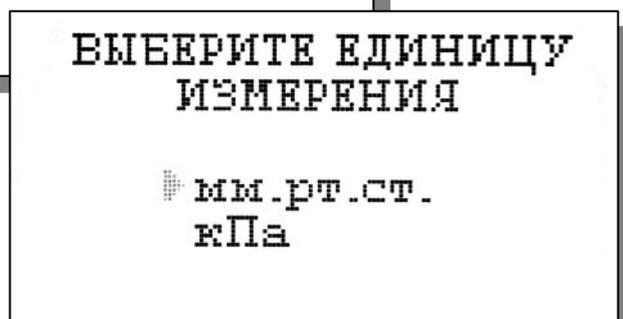


Рис. 8.3-9б

Рис. 8.3-9в



8.3-9. Окна выбора единиц измерения.

В первом окне (см. рис. 8.3-9а) анализатор предлагает Вам выбрать единицу измерения массовой концентрации водорода при измерениях в жидкостях: мг/л; мкг/л; ppm. При проведении измерений в этих единицах анализатор вносит двойную термокомпенсацию как на свойства газопроницаемой мембраны сенсора, так и на температурную зависимость коэффициента растворимости водорода в воде.

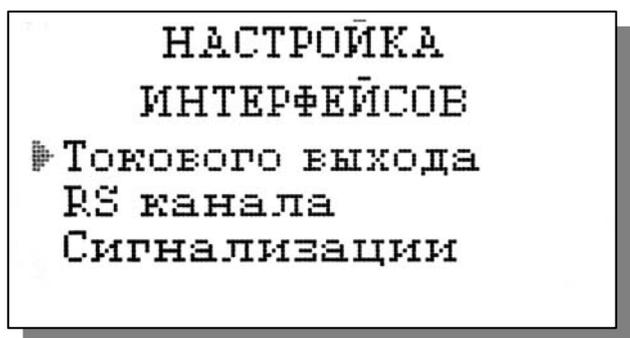
Во втором окне (см. рис. 8.3-9б) анализатор предлагает Вам выбрать единицу измерения процентное содержание водорода: объемные проценты (об. % - используется при анализе газов). При проведении измерений в этих единицах анализатор вносит термокомпенсацию только на свойства газопроницаемой мембраны сенсора.

В третьем окне (см. рис. 8.3-9в) анализатор предлагает Вам выбрать единицу измерения парциального давления водорода: мм.рт.ст. или кПа. Измерения в этих единицах используются как для анализа газов, так и жидкостей. При проведении измерений в этих единицах анализатор вносит термокомпенсацию только на свойства газопроницаемой мембраны сенсора. После выбора единиц измерения (мм. рт. ст. или кПа) на дисплее анализатора высветится окно показанное на рис. 8.3-7. При выборе опции «Жидкость» анализатор будет автоматически компенсировать систематическую погрешность измерений, известную как «Коэффициент Жидкость-Газ» (см. п. 5.3.3).

После нажатия клавиши «ВВОД» на дисплее анализатора появится окно результатов измерений (см. рис. 8.1), в котором они отображаются в выбранной Вами единице измерения. Если Вы захотите изменить единицу измерения в процессе работы, то интеллектуальные алгоритмы АВП-01 позволят Вам это сделать, не прибегая к необходимости проведения повторной калибровки. Анализатор самостоятельно определит необходимость внесения тех или иных термокомпенсаций, выполнит все необходимые пересчеты, связанные с изменением как измеряемой величины, единицы измерения и параметров калибровки. Кроме того, анализатор определит необходимость компенсации систематической погрешности измерений «Жидкость-Газ».

### Установка интерфейсов

Дисплей данных ⇨ главное меню ⇨ установки ⇨ установка интерфейсов



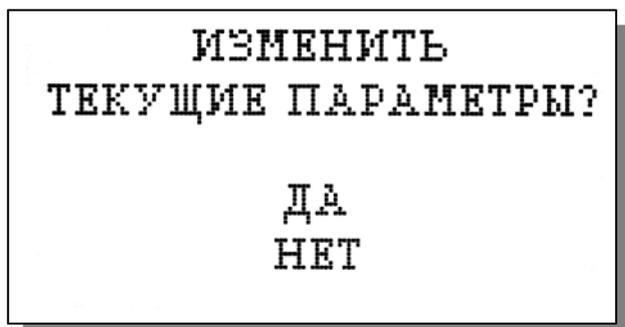
При входе в опцию «УСТАНОВКА Интерфейсов» анализатор предлагает Вам выбрать интерфейсное устройство для настройки. На дисплее анализатора высвечивается окно, показанное на рис. 8.3-10.

Рис. 8.3-10 Окно выбора

интерфейсов

## Настройка токового выхода

В окне «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ» (см. рис. 8.3-10) выберите опцию «Токового выхода» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора в течение 5 секунд высвечивается окно, показанное на рис. 8.3-11.



на дисплее анализатора появляется окно, показанное на рис. 8.3-12  
Рис. 8.3-12 Окно вопроса

В этом окне с помощью клавиш перемещения курсора выберите стандартный токовый выход (0-20, 4-20 или 0-5 мА), на который настроен Ваш регистрирующий самописец. После нажатия клавиши «ВВОД» на дисплее анализатора появляется окно, показанное на рис. 8.3-14.

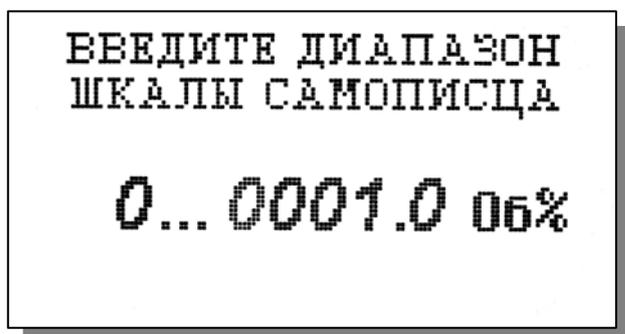


Рис. 8.3-14 Окно настройки шкалы самописца

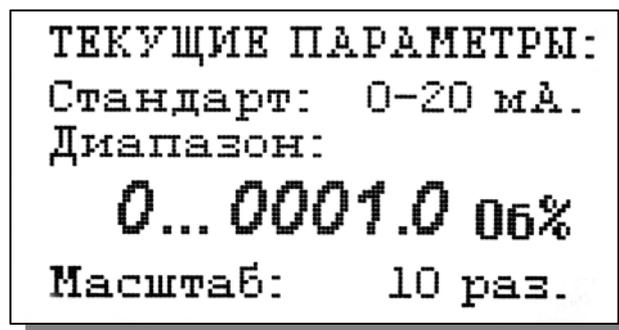


Рис. 8.3-11 Окно текущие параметры.

Затем на дисплее анализатора появится окно, показанное на рис. 8.3-12. Если Вы хотите оставить настройки без изменений выбираете «НЕТ», анализатор возвращается в окно настройки интерфейсов. Если Вы хотите изменить настройки токового выхода выбираете «ДА»,

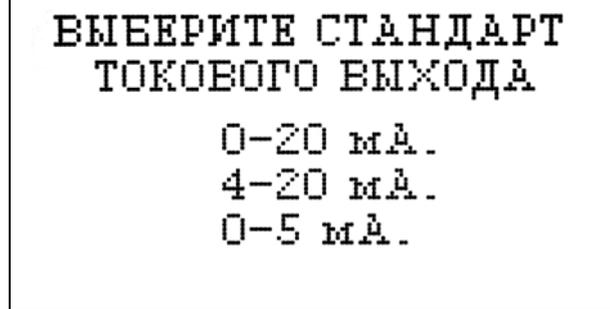


Рис. 8.3-13 Окно выбора стандартного токового выхода

С помощью клавиш перемещения курсора установите верхний диапазон шкалы самописца и нажмите «ВВОД».

На дисплее анализатора появится окно, показанное на рис. 8.3-15.

Чтобы избежать «зашкаливания» пера самописца при превышении верхнего предела шкалы самописца, Вы можете ввести коэффициент уменьшения масштаба шкалы равный 10 или отказаться от масштабирования. Для ввода коэффициента масштабирования установите курсор на опцию «ДА» и нажмите клавишу «ВВОД».

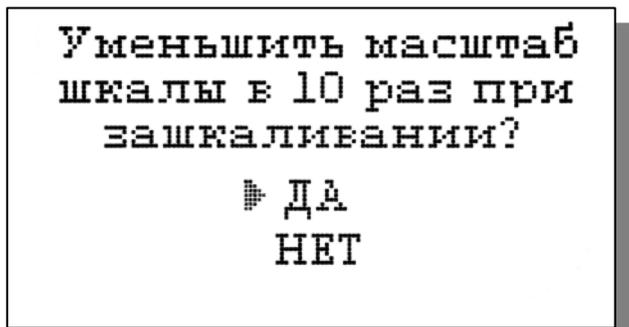


Рис. 8.3-15 Окно ввода коэффициента масштабирования шкалы самописца.

В анализаторе также предусмотрена возможность ввода других масштабных коэффициентов (2, 5, 20). Для выбора любого из этих коэффициентов в окне рис. 8.3.15 необходимо удерживая клавишу «Стрелка вниз» в нажатом состоянии нажать клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, показанное на рис. 8.3-16.

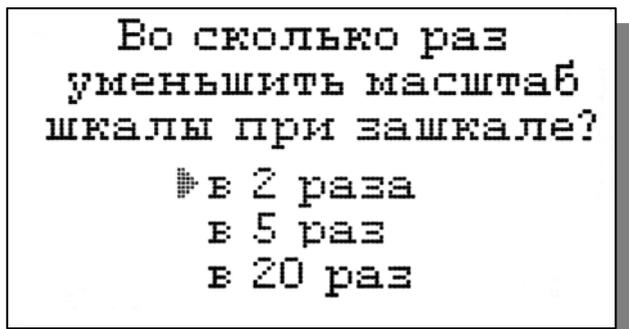


Рис. 8.3-16 Окно ввода коэффициентов масштабирования шкалы самописца.

После выбора коэффициента масштабирования анализатор переходит в режим измерения и на дисплее появляется окно, показанное на рис. 8.1.

### Настройка интерфейсов - RS-Канала

Дисплей данных ⇌ главное меню ⇌ установки ⇌  
установка интерфейсов ⇌ RS-канала

### Настройка RS-Канала

В окне «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ» (см. рис. 8.3-10) выберите опцию «НАСТРОЙКА RS-Канала» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, показанное на рис. 8.3-17.

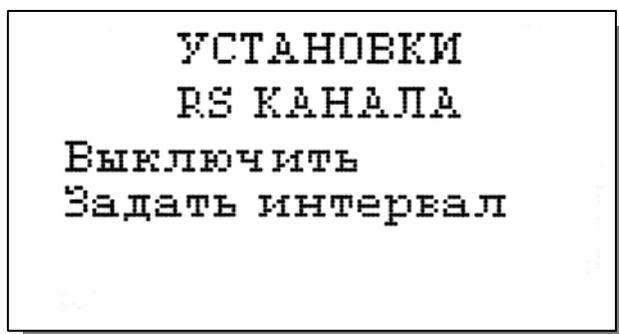


Рис. 8.3-17 Окно «УСТАНОВКИ RS-Канала»

В этом окне (рис. 8.3-17) Вы можете включить/выключить передачу результатов измерений через RS-канал на компьютер, а также задать интервал времени для передачи данных.

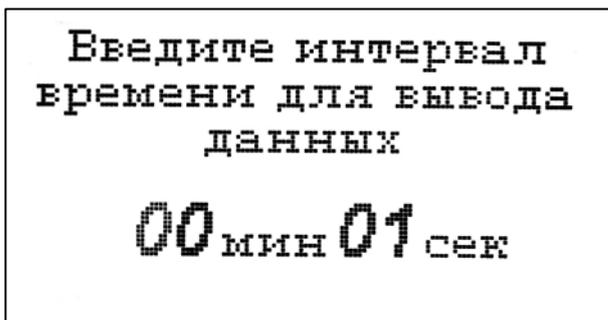


Рис. 8.3-18 Окно ввода интервала времени для записи данных

Задание интервала времени осуществляется с помощью клавиш перемещения курсора. После ввода данных анализатор вернется в окно «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ» (см. рис. 8.3-10).

## НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ Сигнализации

Дисплей данных ⇌ главное меню ⇌ установки ⇌ установка интерфейсов ⇌ Сигнализации

### Настройка Сигнализации

В окне «НАСТРОЙКА ИНТЕРФЕЙСОВ» (см. рис. 8.3-10) выберите опцию «Сигнализации» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора высветится окно, показанное на рис. 8.3-19.

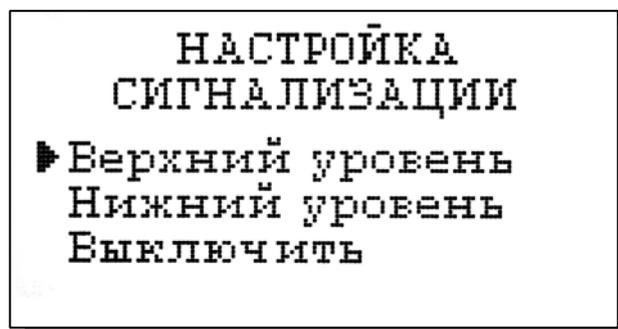
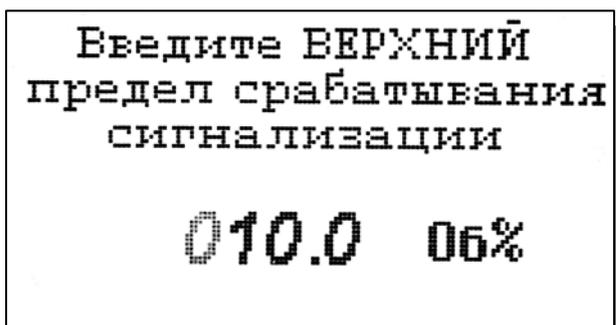


Рис. 8.3-19 Окно «Настройка сигнализации»

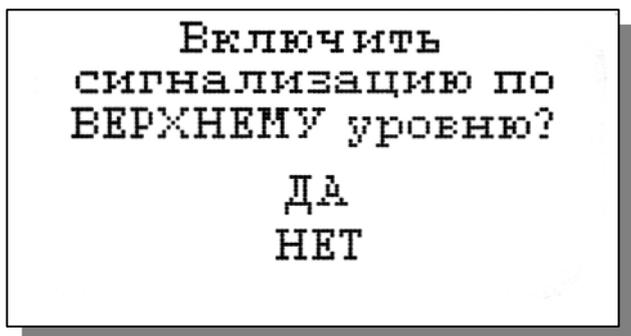
В этом окне Вы можете настроить пределы срабатывания сигнализации по верхнему и нижнему уровням, а также включить/выключить сигнализацию.



предела срабатывания сигнализации.

Для настройки сигнализации по верхнему уровню в окне рис. 8.3-19 выберите опцию «Верхний уровень» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора высветится окно, показанное на рис. 8.3-20.

Рис. 8.3-20 Окно настройки верхнего



нажмите «ВВОД»

Рис. 8.3-21 Окно включения сигнализации по верхнему уровню

Настройка нижнего предела срабатывания сигнализации осуществляется аналогичным образом.

При срабатывании сигнализации на дисплее в строке иконок появляется мигающий знак, обозначающий превышение нижнего или верхнего пределов сигнализации, а также раздается прерывистый звуковой сигнал и в строке иконок появляется знак звукового сигнала. Для отключения звукового сигнала нажмите клавишу «Сброс» и удерживайте ее в нажатом состоянии в течение 3-5 сек. Для повторного включения звукового сигнала удерживайте клавишу «Сброс в нажатом состоянии» в течение 3-5 сек.

При срабатывании сигнализации одновременно замыкаются контакты «сухих контактов» ( см. рис. 7.1), которые могут использоваться для позиционного регулирования.

### Установка часов

Дисплей данных → Главное меню

Установка часов осуществляется из окна «УСТАНОВКА». В этом окне (см. рис. 8.3-1) выберите опцию «Установка часов» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора высветится окно, показанное на рис. 8.3-22. Установите дату и время и нажмите клавишу «ВВОД»

⇨ Установки ⇨ Установка

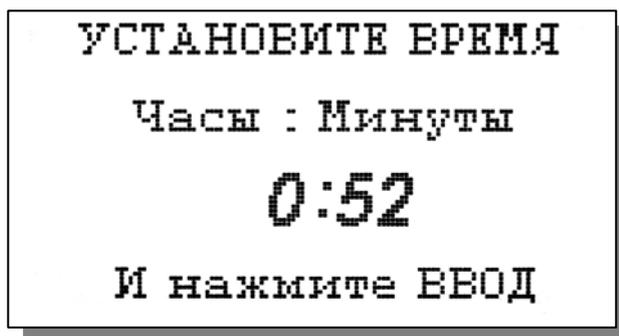


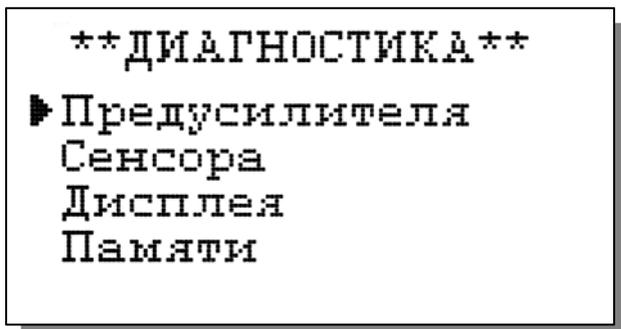
Рис. 8.3-22 Окно установки часов

После ввода текущего времени и даты анализатор переходит в режим измерения (см. рис. 8.1). В нижней строке окна будут высвечиваться время и дата. При активизации протоколирования запись данных в энергонезависимую память и электронный блокнот будет производиться в установленной шкале времени.

С помощью клавиш перемещения курсора введите значение верхнего предела срабатывания сигнализации и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора высветится окно, показанное на рис. 8.3-21. Для включения сигнализации выберите опцию «ДА» и

## 8.4. Меню «ДИАГНОСТИКА»

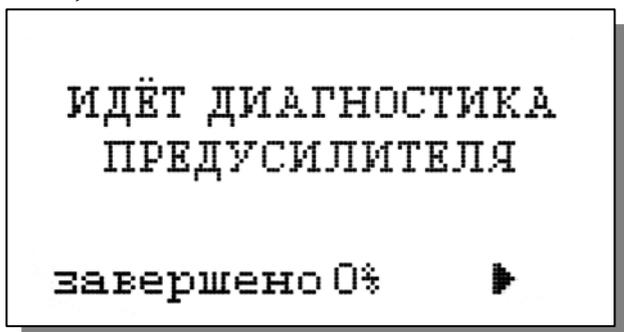
Дисплей данных ⇐⇒ главное меню ⇐⇒ диагностика



При входе в меню «ДИАГНОСТИКА» на дисплее анализатора открывается окно, показанное на рис. 8.4-1. В этом окне Вы можете выбрать четыре опции диагностических тестов.

Рис. 8.4-1 Окно «Диагностика»

При выборе одной из этих опций на дисплей анализатора будут вызываться окна, показанные ниже



**Диагностика предусилителя.** Этот тест занимает несколько минут. В бегущей нижней строке показывается процент выполнения теста.

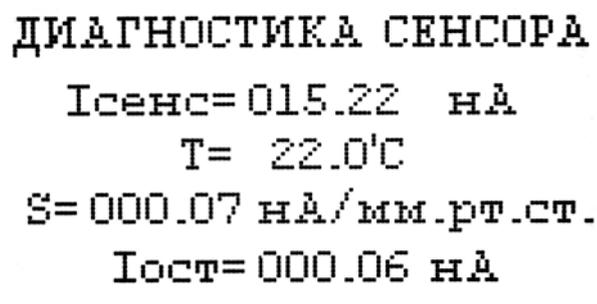
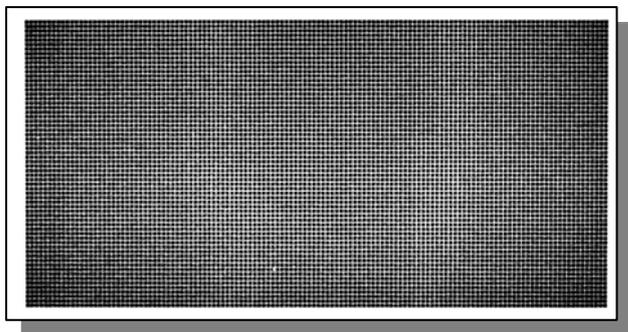
Рис. 8.4-2а. Диагностика предусилителя.

### Диагностика сенсора

В этом окне высвечиваются текущие значения тока, температуры, чувствительности и значения остаточного тока сенсора

Рис. 8.4-2б. Диагностика сенсора

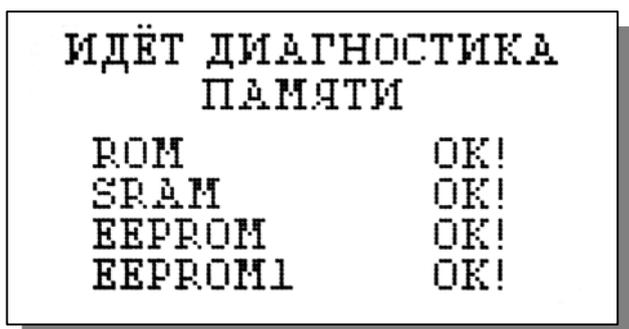
### Диагностика экрана



В процессе выполнения этого теста окно дисплея заполняется по спирали до полного заполнения дисплея.

Рис. 8.4-2в. Диагностика экрана

## Диагностика памяти



Положительное тестирование элементов памяти отражается записью ОК!

Рис. 8.4-2в. Диагностика памяти

## 8.5. Меню «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ»

Дисплей данных ⇐⇒ главное меню ⇐⇒ протоколирование

При входе в меню «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ» на дисплее анализатора открывается окно, показанное на рис. 8.5-1. В этом окне Вы можете выбрать четыре опции

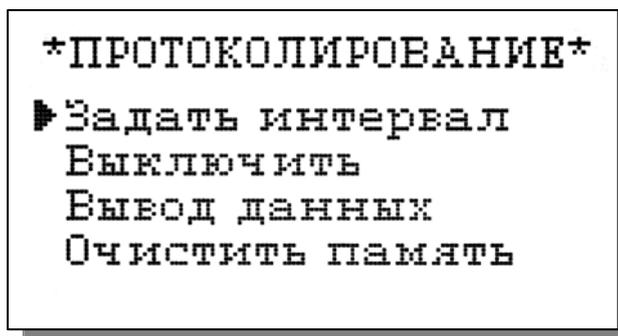


Рис. 8.5-1. Окно «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ»

При выборе первой опции на дисплей анализатора вызывается окно ввода интервала времени для записи данных, показанное на рис. 8.5-2. С помощью клавиш перемещения курсора введите интервал времени для записи данных и нажмите клавишу «ВВОД».

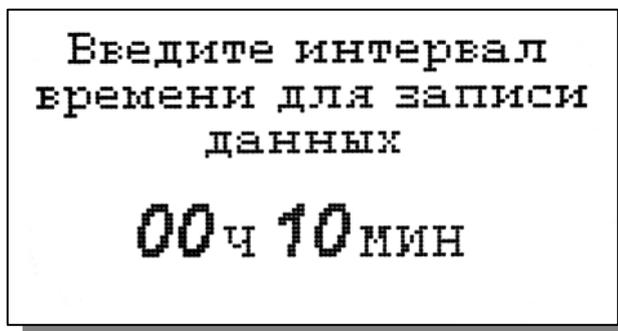


Рис. 8.5-2. Окно ввода интервала времени для записи данных в энергонезависимую память.

При установке интервала времени Вы должны помнить, что объем независимой памяти хотя и является достаточно большим, но тем не менее ограниченным. При задании интервала времени для записи данных 15 мин., объема энергонезависимой памяти хватит на проведение записей в течение 6 месяцев.

При выборе опции «Включено/Выключено» (см. рис. 8.5-1) осуществляется включение/выключение протоколирования.

При выборе опции «Вывод данных» на дисплей анализатора вызывается окно вывода данных, показанное на рис. 8.5-3. В этом окне Вы можете выбрать опции реализующие вывод данных на дисплей анализатора (см. рис. 8.5-4а), поиск данных в протоколе по дате (см. рис. 8.5-4б) и вывод протокола данных на компьютер.

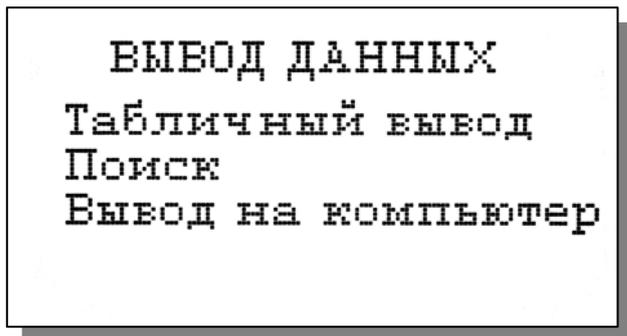


Рис. 8.5-3. Окно «ВЫВОД ДАННЫХ»

С помощью клавиш «ВПРАВО», «ВЛЕВО» Вы можете пролистывать протокол данных. При нажатии клавиши «ВВОД» из окна рис. 8.5-4а или опции «Поиск» из окна вывода данных (см. рис. 8.5-3) высвечивается окно поиска данных по дате (см. 8.5-4б)

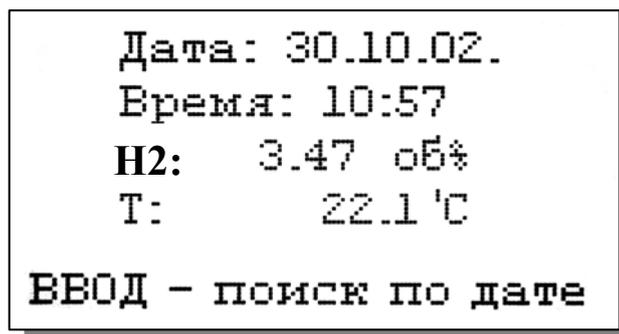


Рис. 8.5-4а. Окно данных протокола

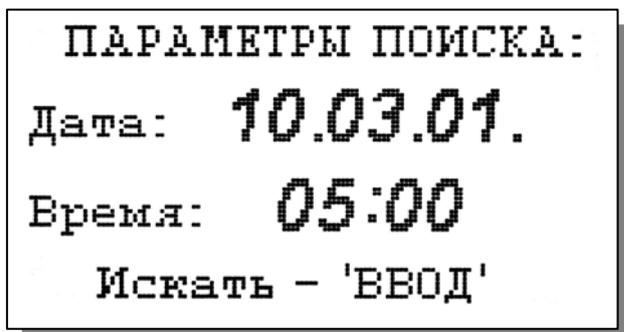


Рис. 8.5-4б. Окно поиска данных по дате

С помощью клавиш перемещения курсора установите дату и время для поиска данных в протоколе. Для поиска нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее откроется окно, показанное на рис. 8.5-4а.

При выборе опции «Вывод данных на компьютер» (см. рис. 8.5-3) и нажатии клавиши «ВВОД» осуществляется передача протокола данных на компьютер по RS-каналу. Для наблюдения в реальном времени процесса измерения Вы можете пользоваться программным обеспечением, входящим в комплект поставки (дискета 3.5 “).

Для очистки ячеек памяти в окне «ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ» (см. рис. 8.5-3) выберите опцию «Очистить память» и нажмите на клавишу «ВВОД». После подтверждения очитки записей на дисплее анализатора в течение 5 секунд откроется окно, показанное на рис. 8.5-5.

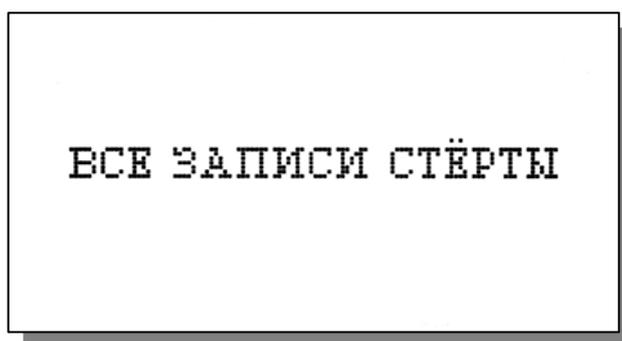
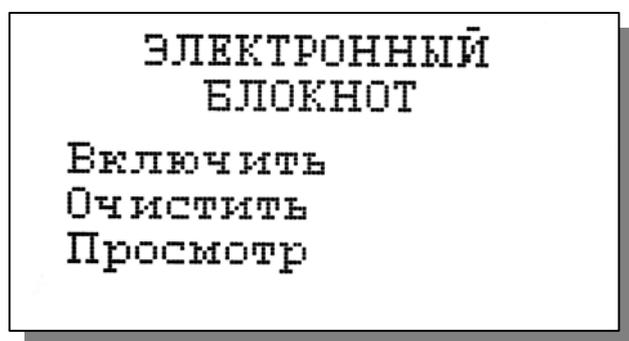


Рис. 8.5-5. Окно удаления данных.

## 8.6. Меню «БЛОКНОТ»

Дисплей данных ⇌ Главное меню ⇌ Блокнот



При входе в меню «Блокнот» на дисплее анализатора открывается окно, показанное на рис. 8.6-1. В этом окне Вы можете выбрать три опции.

Рис. 8.6-1. Окно «ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОКНОТ»

При выборе опции «Включить/выключить» включается или выключается электронный блокнот. При этом в режиме измерения в верхней строке появляется или исчезает «иконка» блокнота (см. рис. 8.1).

При выборе опции «Очистить» происходит удаление данных из блока энергонезависимой памяти. На дисплее анализатора в течение 5 секунд открывается окно, показанное на рис. 8.6-2.

Объем электронного блокнота рассчитан на 500 записей.

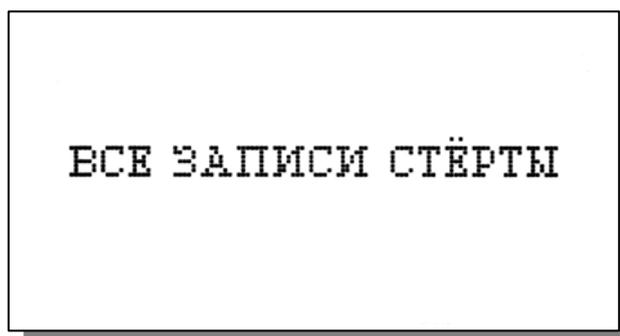
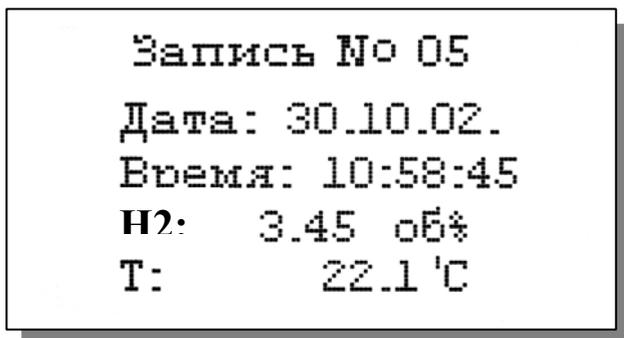


Рис. 8.6-2. Окно «Очистка блокнота»



При выборе опции «Просмотр» (см. рис. 8.6-1) открывается окно, показанное на рис. 8.6-3.

С помощью клавиш «ВЛЕВО» «ВПРАВО» Вы можете пролистывать данные, записанные в электронный блокнот.

Рис. 8.6-3. Окно «Запись в блокноте»

## 9. КАЛИБРОВКА АНАЛИЗАТОРА.

### 9.1. В анализаторе реализованы следующие виды калибровок:

- Калибровка по нулевой точке;
- Автоматическая калибровка по ПГС;
- Специальная калибровка при помощи калибратора (рис. 9.4).

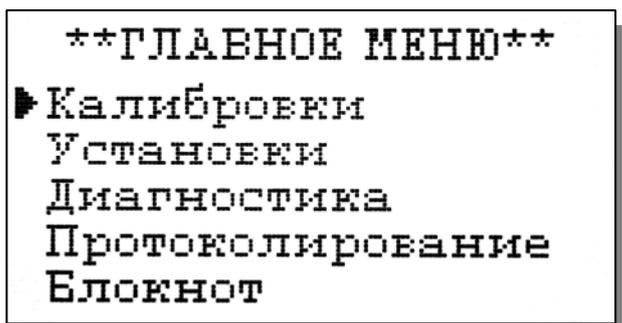
Общие положения по калибровке анализатора приведены в п.п. 5.2. настоящего руководства.

### 9.2. Процедура калибровки нулевой точки анализатора.

В качестве стандартного образца с нулевым содержанием водорода можно использовать атмосферный воздух.

При калибровке по воздуху  $ASrH_2$  может находиться в измерительной камере. Входную трубку измерительной камеры следует соединить с центральным штуцером побудителя расхода и энергично сжимая побудитель расхода (7-10 раз) продуйте измерительную камеру атмосферным воздухом.

Для входа в меню калибровки анализатора по нулевой точке нажмите клавишу «Ввод». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*ГЛАВНОЕ МЕНЮ\*\***, показанное на рис. 9.2-1.



Затем с помощью клавиш перемещения курсора выберите опцию «Калибровки» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*КАЛИБРОВКА\*\***, показанное на рис. 9.2-2

Рис. 9.2-1. Главное меню

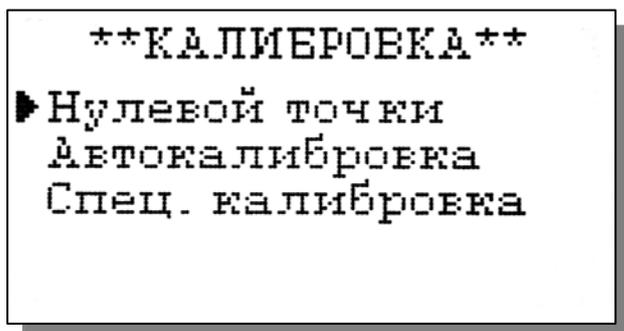


Рис. 9.2-2. Окно «КАЛИБРОВКА»

С помощью клавиш перемещения курсора выберите опцию «Нулевой точки» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно «КАЛИБРОВКА НУЛЯ», показанное на рис. 9.2-3.

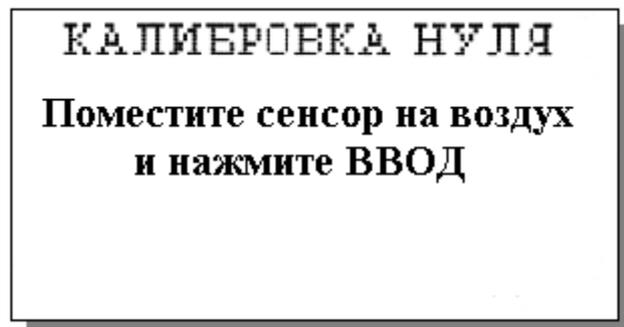
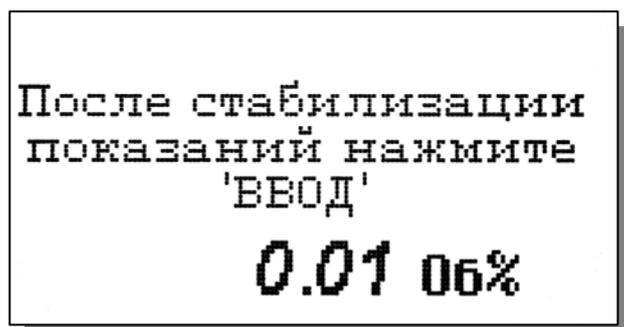


Рис. 9.2-3 Окно «КАЛИБРОВКА НУЛЯ»

Далее следуя инструкции, высвечиваемой на дисплее анализатора нажмите клавишу «ВВОД».

На дисплее анализатора появится окно сообщений, показанное на рис. 9.2-4.



В нижней части окна выводится текущее значение измеряемой величины в предварительно выбранной Вами единице измерения. После стабилизации показаний нажмите клавишу «ВВОД».

Рис. 9.2-4 Окно сообщений

Для точной калибровки нулевой точки амперометрический сенсор должен быть подключен к анализатору не менее 12 часов. Если амперометрический сенсор перед проведением калибровки не отключался от анализатора и находился на воздухе или в среде с низким содержанием водорода, то показания анализатора должны снизиться до значений 0 - 5 мкг/дм<sup>3</sup> (0 – 0.05 об. %) менее чем за 15 мин. Если показания анализатора превышают 5 мкг/л (0.05 об. %), необходимо подождать еще 20-30 мин., а затем убедившись в стабильности показаний нажать клавишу «ВВОД».

**ВНИМАНИЕ !** Если Вам необходимо проводить измерения следовых концентраций водорода в жидких или газообразных средах с высокой точностью, рекомендуется тщательно проводить калибровку нулевой точки. Для этого необходимо убедиться в стабильности показаний анализатора в течение, по крайней мере, 15 минут (см. рис. 9.2-4). Если перед калибровкой нулевой точки АСрН<sub>2</sub> находился в среде с высоким содержанием водорода измерительную камеру следует более тщательно продуть атмосферным воздухом., а время достижения стабильных показаний анализатора увеличить до 1 часа. Убедившись что показания анализатора достигли низкой и стабильной во времени величины, нажмите клавишу «ВВОД».

Столь длительная процедура калибровки нулевой точки является необходимым условием для освобождения поверхности измерительного электрода от адсорбированного водорода.



После нажатия клавиши «ВВОД» на дисплее анализатора в течение 3-5 сек. высвечивается сообщение «Калибровка нулевой точки успешно завершена». Затем анализатор переходит в режим измерений и на дисплее отображается окно, показанное на рис. 9.2-5

Рис. 9.2-5. Окно результатов измерений

Периодичность проведения калибровки нулевой точки зависит как от диапазона концентраций, в котором проводятся измерения, так и от точности с которой необходимо проводить измерения. Если измерения проводятся в диапазоне высоких концентраций (более 10 об. % или более 160 мкг/л), то калибровку нулевой точки нужно проводить не реже 1 раза в месяц, а также после замены мембранного колпачка АС или раствора электролита. Если измерения проводятся в области низких концентраций водорода (например менее 16 мкг/л или менее 1 об. %), калибровку нулевой точки желательно проводить не реже 1 раза в неделю, а также после замены мембранного колпачка АС или раствора электролита. Смену раствора электролита рекомендуется проводить 1 раз в месяц.

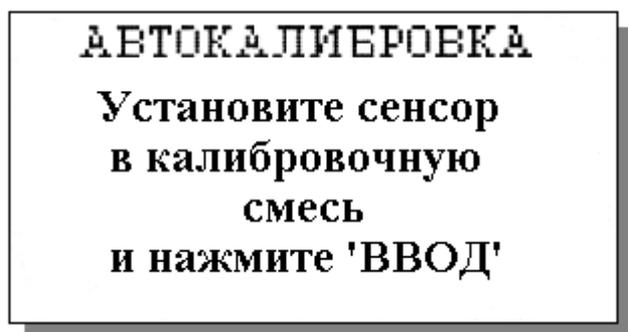
### 9.3. Процедура автоматической калибровки анализатора.

При автоматической калибровке анализатора в качестве стандартного образца с известным содержанием водорода используется поверочная газовая смесь (ПГС) из баллона или чистый водород, получаемый в реакции растворения металлического цинка в разбавленной серной или соляной кислоте.

### 9.3.1. Автоматическая калибровка анализатора по водородосодержащим ПГС.

При калибровке по ПГС АСрН<sub>2</sub> может оставаться в измерительной камере. Если перед автокалибровкой проводились измерения в жидких средах, то из измерительной камеры необходимо слить оставшуюся жидкость. Для этого ИК достают из кронштейна, поворачивают на 180 °. При помощи побудителя расхода ИК продувают атмосферным воздухом (см. п. 9.2.), после чего измерительную камеру опять устанавливают в кронштейн. После продувки на чувствительной поверхности АС не должно оставаться капель воды. Баллон с поверочной газовой смесью, через гидрозатвор, подсоединяют к входной трубке измерительной камеры. С помощью вентиля тонкой регулировки на редукторе баллона устанавливают расход ПГС равный нескольким пузырькам ПГС в секунду (наблюдение ведут по гидрозатвору).

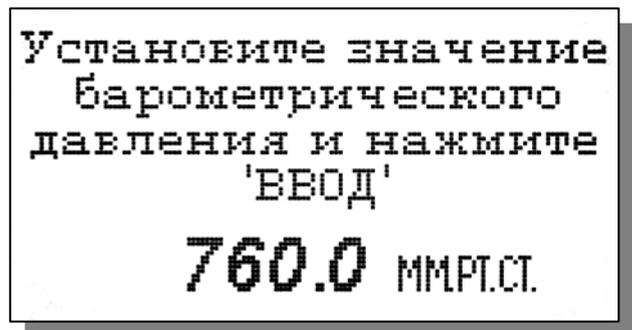
Для проведения автоматической калибровки анализатора нажмите клавишу «Ввод». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*ГЛАВНОЕ МЕНЮ\*\***, показанное на рис. 9.2-1. С помощью клавиш перемещения курсора выберите опцию «КАЛИБРОВКИ» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*КАЛИБРОВКА\*\***, показанное на рис. 9.2-2. С помощью клавиш перемещения курсора выберите опцию «АВТОКАЛИБРОВКА» и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно «АВТОКАЛИБРОВКА», показанное на рис. 9.3-1.



Убедитесь, что Вы правильно проделали все выше изложенные операции и нажмите клавишу «ВВОД».

Рис. 9.3-1 Окно сообщений «АВТОКАЛИБРОВКА»

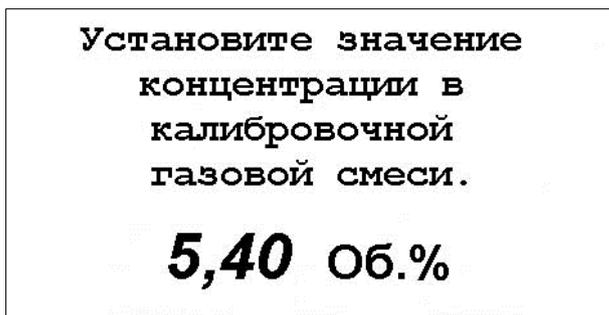
На дисплее анализатора появится окно ввода данных барометрического давления, показанное на рис. 9.3.-2.



С помощью клавиш перемещения курсора и клавиши «ВВОД» введите текущее значение барометрического давления на дату калибровки.

Рис. 9.3-2 Окно ввода барометрического давления.

На дисплее анализатора открывается окно для ввода значения концентрации водорода в ПГС, показанное на рис. 9.3.-3.



С помощью клавиш перемещения курсора и клавиши «ВВОД» введите значение концентрации водорода в ПГС в об. %.

Рис. 9.3-3. Окно для ввода значения концентрации водорода в ПГС.

**Примечание.** Автокалибровку нужно проводить по ПГС насыщенной парами воды. Для этого ПГС пропускают через увлажнитель к выходу которого подключают входную трубку измерительной камеры. Так как концентрация водорода в газовой смеси зависит от давления насыщенных водяных паров, анализатор вычислит истинное значение концентрации по формуле  $A = X \cdot (B - p_{H_2O}) / B$ . Поэтому после двойного нажатия клавиши «Ввод» на дисплее анализатора отображается истинное значение концентрации водорода в ПГС, насыщенной парами воды. Если автокалибровка проводится по «сухой» ПГС, то с клавиатуры необходимо ввести расчетное значение концентрации водорода вычисленное по формуле

$$A = X \cdot B / (B - p_{H_2O}),$$

где: А – расчетное значение концентрации водорода, вводимое с клавиатуры;

X – процентное содержание H<sub>2</sub> в ПГС (паспорт на ПГС);

B – барометрическое давление, мм. рт. ст.

p<sub>H<sub>2</sub>O</sub> – давление насыщенных водяных паров при температуре измерения.

После ввода значения концентрации H<sub>2</sub> на дисплей анализатора выводится окно сообщений, аналогичное показанному на рис. 9.2-4. В нижней части окна выводится текущее значение измеряемой концентрации H<sub>2</sub>, рассчитанное по прошлой калибровочной характеристике. После стабилизации показаний нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора в течение 3-5 с высветится сообщение «Автокалибровка успешно завершена». При этом анализатор рассчитает новую калибровочную характеристику и перейдет в режим измерений. На дисплее анализатора появится окно, аналогичное рис. 9.2-5.

Интеллектуальные алгоритмы АВП-01 позволяют Вам проводить автокалибровку в любой выбранной единице измерения, а при измерениях переходить в другие единицы измерения. При этом не требуется проводить автокалибровку снова. Анализатор самостоятельно определит необходимость внесения тех или иных термокомпенсаций, выполнит все необходимые пересчеты, связанные с изменением как измеряемой величины, так и единицы измерения.

Периодичность проведения автокалибровки определяется точностью, с которой Вы хотите проводить измерения. При этом Вы также должны учитывать, что чувствительность АС может изменяться во времени. Благодаря выбору оптимальных условий работы и внутренних параметров АС они обеспечивают стабильность показаний при постоянном барометрическом давлении, температуре и концентрации водорода не хуже 3-5 % в течение 3-х

недель. Если Вас удовлетворяет эта точность, Вы можете проводить автокалибровку не реже 1 раза в 20 дней. Если измерения проводятся в области малых концентраций водорода, этот интервал может быть увеличен до 1 –1.5 месяцев.

### 9.3.2. Автоматическая калибровка по чистому водороду.

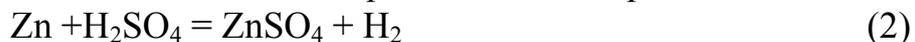
Допускается калибровка по чистому водороду. Для этого возьмите пробирку и закрепите ее в штативе. Пробирка заполняется аккумуляторной серной кислотой. В нее бросаются три измельченные гранулы цинка (800 – 1000 мг). После этого пробирку необходимо подсоединить через переходник, к входной трубке измерительной камеры (пробирка и переходник входят в комплект поставки). Выходную трубку рекомендуется подключить к гидрозатвору или погрузить в стакан с водой. При этом большая часть цинка должна раствориться в серной кислоте. После стабилизации показаний проведите автокалибровку согласно п. 9.3.

Примечание. При проведении автокалибровки по чистому водороду в окне для ввода значения концентрации водорода (см. рис. 9.3-3 необходимо установить значение концентрации равное 100 об. %. Так как концентрация водорода в калибровочном газе зависит от давления насыщенных водяных паров, анализатор вычислит истинное значение концентрации по формуле  $A = X \cdot (B - p_{H_2O}) / B$ . Поэтому после двойного нажатия клавиши «Ввод» на дисплее анализатора отображается истинное значение концентрации водорода с учетом давления насыщенных водяных паров.

### 9.4. Процедура специальной калибровки анализатора.

При специальной калибровке анализатора в качестве образца с известным содержанием водорода используют водородосодержащую газовую смесь, получаемую с помощью установки для приготовления поверочных газовых смесей (см. рис. 9.4).

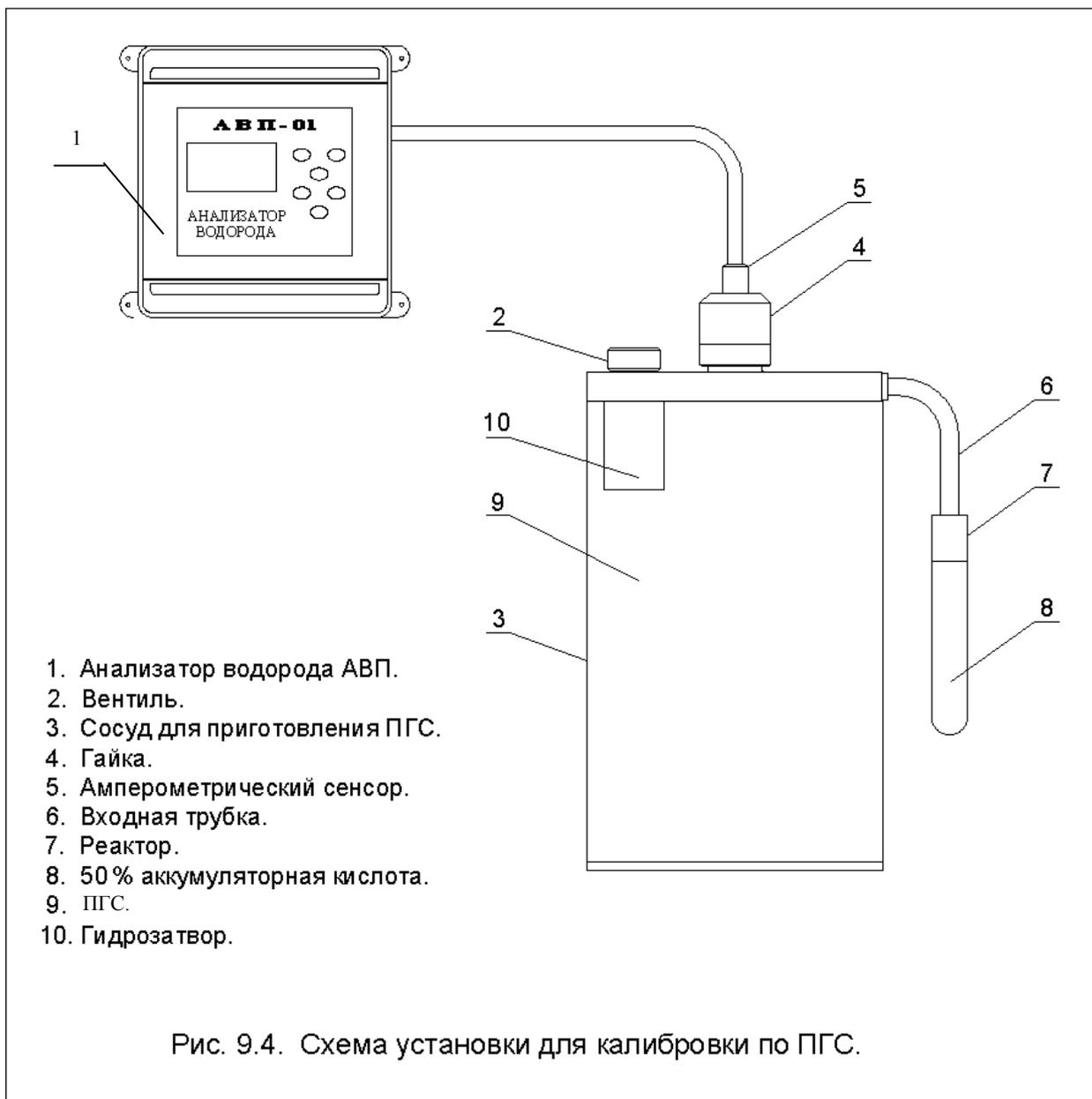
АС достают из измерительной камеры и с помощью фильтровальной бумаги или марлевого тампона удаляют оставшиеся капли воды с чувствительной поверхности АС. Калибровку анализатора проводят по ПГС, получаемой в результате смешивания фиксированного объема воздуха с заданным количеством газообразного водорода, выделяемого в химической реакции растворения металлического цинка в разбавленной серной кислоте



Для получения поверочной газовой смеси (ПГС) с содержанием водорода от 3.5 до 7 об. % приготовьте навеску металлического цинка массой от 100 до 200 мг. Для более быстрого протекания реакции рекомендуется навеску цинка измельчить. Взвешивание производить на аналитических весах с ценой деления не менее 1 мг.

Специальную калибровку анализатора по ПГС проводят следующим образом. Собирают установку для приготовления ПГС в соответствии с рис. 9.4. Сосуд 3 устанавливают в непосредственной близости от анализатора. Амперометрический сенсор 5 устанавливают в сосуд 3, герметично фиксируя его с помощью гайки 4 и резинового кольца. Гидрозатвор закрывают с

помощью пробки 2, предварительно заполнив его водой. Реактор 7 заполняют аккумуляторной серной кислотой. Измельченную и взвешенную навеску металлического цинка бросают в реактор 7 и быстро соединяют его со входной трубкой 6 емкости 3. После завершения реакции (прекращение процесса образования пузырьков  $H_2$  в реакторе 7) вентиль 2 открывают и стравливают избыток давления в сосуде 3 через гидрозатвор 10.



**СПЕЦ. КАЛИБРОВКА**

**Введите массу  
навески цинка.**

**250.0 мгр.**

Рис. 9.4-1 Окно инструкции  
«СПЕЦ. КАЛИБРОВКА»

Для проведения специальной калибровки анализатора используя калибратор нажмите клавишу «Ввод». На дисплее анализатора появится окно, **\*\*ГЛАВНОЕ МЕНЮ\*\***, показанное на рис. 9.2-1. С помощью клавиш перемещения курсора выберите опцию «Калибровка» и нажмите «Ввод» (см. рис. 9.2.2). Затем выберите опцию «Спец. калибровка» и нажмите «ВВОД». На дисплее анализатора

появится окно **\*\*СПЕЦ. КАЛИБРОВКА\*\***, показанное на рис. 9.4-1.

С помощью клавиш перемещения курсора введите массу навески цинка и нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора появится окно сообщений, аналогичное рис. 9.2-4. В нижней части этого окна будет выводиться значение измеряемой величины. После завершения реакции растворения цинка откройте вентиль 2 (см. рис. 9.4) и «сбросьте» избыточное давление ПГС в устройстве для калибровке УК-01. Дождитесь когда пузырьки ПГС прекратят выходить через гидрозатвор. После стабилизации показаний нажмите клавишу «ВВОД». На дисплее анализатора в течение 3-5 сек. высветится сообщение «КАЛИБРОВКА УСПЕШНО ЗАВЕРШЕНА». В течение этого времени анализатор произведет расчет концентрации водорода в ПГС, изменит параметры калибровки и перейдет в режим измерения. На дисплее анализатора откроется окно, аналогичное окну, показанному на рис. 9.2-5.

Интеллектуальные алгоритмы, реализованные в АВП-01 позволяют Вам проводить специальную калибровку в любой выбранной единице измерения, а затем при измерениях переходить в любую другую единицу измерения. При этом не требуется еще раз проводить калибровку. Анализатор самостоятельно определит необходимость внесения тех или иных термокомпенсаций, выполнит все необходимые пересчеты, связанные с изменением как измеряемой величины, так и единицы измерения.

Периодичность проведения калибровки определяется точностью, с которой Вы хотите проводить измерения. При этом Вы также должны учитывать, что чувствительность АС может изменяться во времени. Благодаря выбору оптимальных условий работы и внутренних параметров АС они обеспечивают стабильность показаний при постоянном барометрическом давлении и концентрации водорода не хуже 3 -5 % в течение 3-х недель. Поэтому, если Вас удовлетворяет эта погрешность измерений, Вы можете проводить калибровку не реже 1 раза в 20 дней. Если измерения проводятся в области микро граммовых концентраций водорода этот интервал может быть увеличен до 1 – 1.5 месяцев.

## 10. ПОРЯДОК РАБОТЫ.

Включите анализатор с помощью переключателя 10 "ВКЛ" (см рис. 7.1). После завершения процесса самодиагностики анализатор переходит в режим измерений. Произведите настройку и калибровку анализатора согласно п.п. 8, 9 настоящего руководства. Анализатор готов к работе.

Ваш анализатор является универсальным средством измерения с помощью которого Вы можете решать разнообразные задачи аналитического контроля водорода в разных областях народного хозяйства. Выбранное Вами исполнение анализатора в наилучшей степени соответствует конкретному назначению и области его применения, описанным в п.п. 2, 3. Для решения других прикладных задач Вы можете дополнительно приобрести соответствующие амперометрические сенсоры и необходимые аксессуары. Любой из выпускаемых фирмой «Альфа БАССЕНС» сенсоров (см. п. 3) автоматически стыкуется с измерительным устройством АВП-01 по чувствительности. В случае приобретения Вами нового сенсора Вам необходимо будет провести калибровку встроенного в сенсор датчика температуры. Методика калибровки датчика температуры находится в служебном меню анализатора. Шифр доступа к этой опции меню будет сообщен при покупке нового сенсора.

В этом разделе приводятся сведения о порядке работы с анализатором при решении конкретных задач аналитического контроля водорода и даются рекомендации и советы по применению анализатора АВП-01.

### 10.1. Определение $p\text{H}_2$ и $s\text{H}_2$ в лабораторных условиях.

Для определения  $p\text{H}_2$  и  $s\text{H}_2$  в жидких газообразных средах в лабораторных условиях можно использовать АВП-01Л в комплекте с АСрН<sub>2</sub>-01 и измерительной камерой ИК. Для проведения измерений  $p\text{H}_2$  и  $s\text{H}_2$  при малых объемах или при малых скоростях потока газов и жидкостей используют измерительную камеру для микроанализа ИКМА. Перед установкой АСрН<sub>2</sub>-01 в ИКМА убедитесь в наличии резинового колпачка 4 (см. рис. 4.4) на торцевой поверхности сенсора. Установите АС в ИК и зафиксируйте его с помощью гайки 3. Анализируемую жидкость в ИКМА подают через входной штуцер 5. При анализе жидкостей ИКМА устанавливают горизонтально так, чтобы выходной штуцер 6 был расположен вверху. В этом случае ИК заполняется без пузырьков воздуха. При анализе газов выходную трубку соединяют с гидрозатвором чтобы избежать возможного попадания воздуха в ИК через выходной штуцер. Для подачи анализируемой пробы допускается использовать перистальтический насос или миникомпрессор, которые можно установить в выходной магистрали. Следует помнить, что расход газа или жидкости через ИКМА должен составлять не более 20 мл/мин. В противном случае в ИК будет создаваться давление заметно отличающееся от атмосферного. Калибровку АСрН<sub>2</sub> можно проводить по ПГС или чистому водороду (см. п. 9) не доставая АС из ИКМА.

## 10.2. Определение водорода в газовых смесях.

Для решения этой задачи используют АВП-01Г и измерительную камеру ИКПГ.

Для контроля содержания водорода в воздухе производных помещений АСрН<sub>2</sub> устанавливают в ИКПГ, предварительно открутив с нее входной штуцер (см. рис. 3.10). Для предупреждения аварийных ситуаций превышения допустимого уровня водорода следует воспользоваться реализованными в АВП-01 возможностями включения аварийной сигнализации и позиционного регулирования (см. п. 8.3) (возможно подключение сирены через «сухой» контакт).

Если анализируемый газ находится под повышенным давлением (относительно атмосферного), то его пропускают через ИКПГ, предварительно установив расход 1-10 л/час с помощью вентиля тонкой регулировки на входной магистрали. При малых расходах выходную трубку ИКПГ следует соединить с гидрозатвором.

Для обеспечения измерений водорода в разреженных газовых смесях анализатор может быть укомплектован устройством подготовки газовой пробы УПП-01. С помощью этого устройства осуществляется всасывание и охлаждение анализируемого газа с последующим отделением сконденсированной влаги и нагнетанием в измерительную камеру АСрН<sub>2</sub>. Принципиальная схема УПП-01 показана на рис. 10.2.

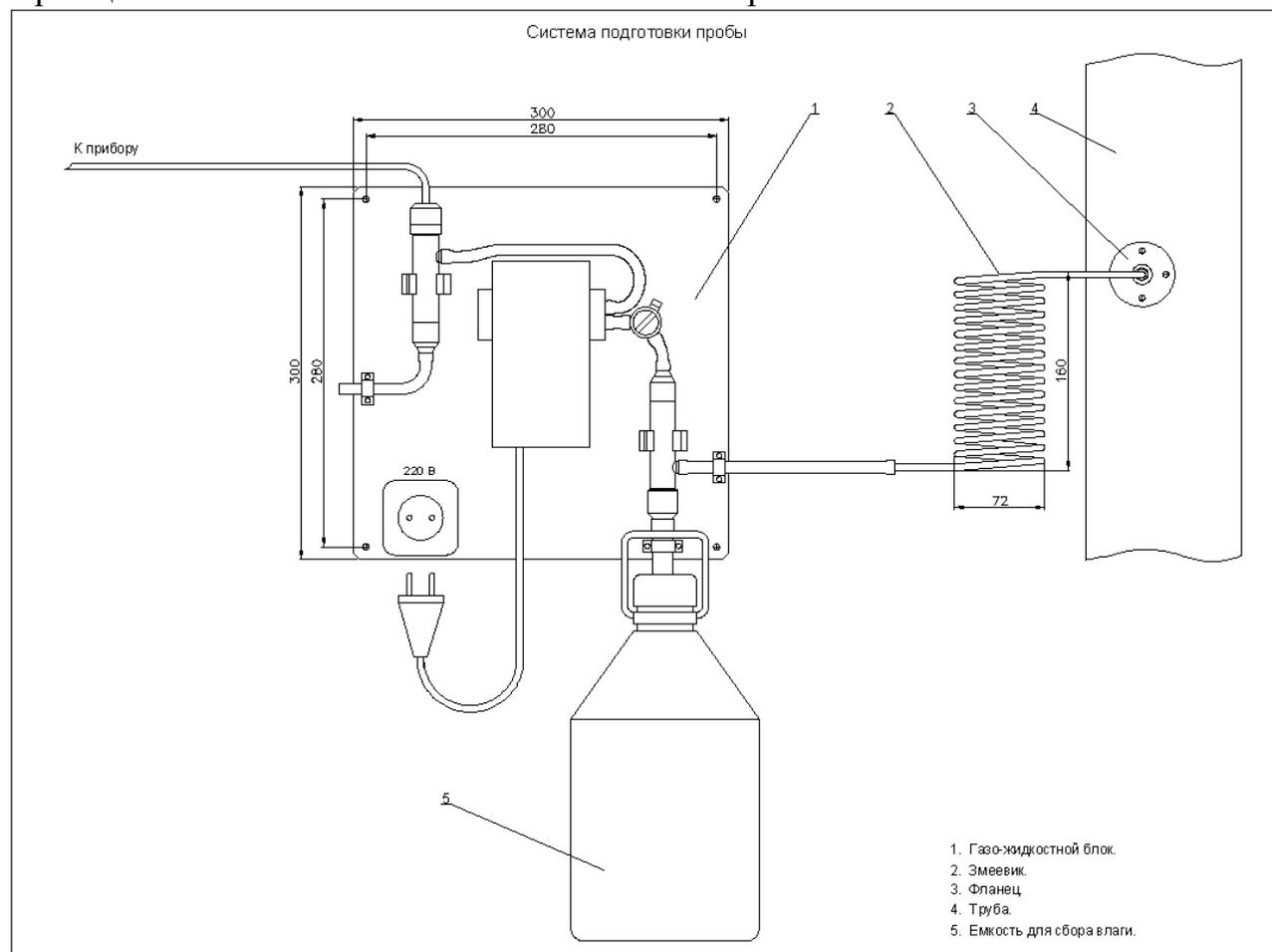


Рис. 10.2 Принципиальная схема УПП-01.

### **10.3 Аналитический контроль концентрации водорода в потоке жидкостей**, например в химико-технологических процессах подготовки воды на ТЭЦ, ГРЭС, АЭС.

Растворенный в воде водород вследствие его уникальной природы может растворяться в металлах создавая высокое давление в их кристаллической решетке, приводящее к их разрушению (водородное расхрупчивание). В атомной энергетике аналитический контроль растворенного водорода необходим как для обеспечения безопасной работы АЭС, так и для предотвращения разрушения (вследствие водородного расхрупчивания) теплотехнического оборудования и трубопроводов.

Для аналитического контроля растворенного водорода в наилучшей степени подходит исполнение анализатора АВП-01Т. Анализаторы должны устанавливаться по месту или на щите. Для этого необходимо на линии входа анализируемой пробы установить регулятор давления (дроссель) и холодильник. Регулятор давления должен обеспечивать регулирование расхода анализируемой пробы через измерительную камеру (ИКПЖ) в диапазоне от 2 до 50 л/час. Холодильник должен обеспечивать охлаждение анализируемой пробы до температуры 0 – 50 °С. С целью уменьшения времени транспортного запаздывания и эффектов “подсоса воздуха” рекомендуется анализатор устанавливать в непосредственной близости от пробоотборной точки. Для подвода анализируемой пробы к измерительной камере АС допускается использовать трубки из нержавеющей стали и/или гибкую трубку из ПВХ с внутренним диаметром не менее 4 мм и толщиной стенки не менее 1 мм. Использование трубок из силиконовой резины не допускается. Слив анализируемой пробы должен быть свободным. Для этого допускается использовать трубки с внутренним диаметром не менее 4 мм. Перед измерительной камерой рекомендуем установить фильтр тонкой очистки, который Вы можете заказать дополнительно.

Для обеспечения высокоточных измерений концентраций водорода в микрограммовой области, мы рекомендуем тщательно проводить калибровку нулевой точки (см. п.9).

При подключении измерительной камеры (ИКПЖ) к пробоотборной точке используйте стандартные переходники, которые Вы можете заказать при покупке анализатора. При установке АСрН<sub>2</sub>-03 или АСрН<sub>2</sub>-04 в измерительную камеру убедитесь в наличии герметизирующего резинового кольца ( см. рис. 3.9, 3.10). Для обеспечения независимости показаний от скорости потока установите в трубке пробоотборника расход воды равный 2-50 л/час. Трубку, соединенную с выходным штуцером измерительной камеры положите в сливной лоток.

#### 10.4. Аналитический контроль водорода в жидкостях на глубине.

Для решения этой задачи в наилучшей степени подходит исполнение анализатора АВП-01П, в комплект которого входит сенсор погружного типа АСрН<sub>2</sub>-05. Этот сенсор устанавливается в герметичный корпус из нержавеющей стали и имеет надежную заделку кабеля (см. п.п.3, 4).

Для обеспечения сохранности сенсора при его эксплуатации в объектах с интенсивным перемешиванием рекомендуем сенсор и его кабель закрепить на штанге. Для удобства монтажа и эксплуатации АВП-01П Вы можете приобрести установочную арматуру (УАР-01). Принципиальная схема установки АСрН<sub>2</sub>-05 с помощью такой арматуры приведена на рис. 10.4. С помощью этой арматуры АСрН<sub>2</sub> может устанавливаться в метантенки, цистерны и емкости (например в емкости с радиоактивными отходами).

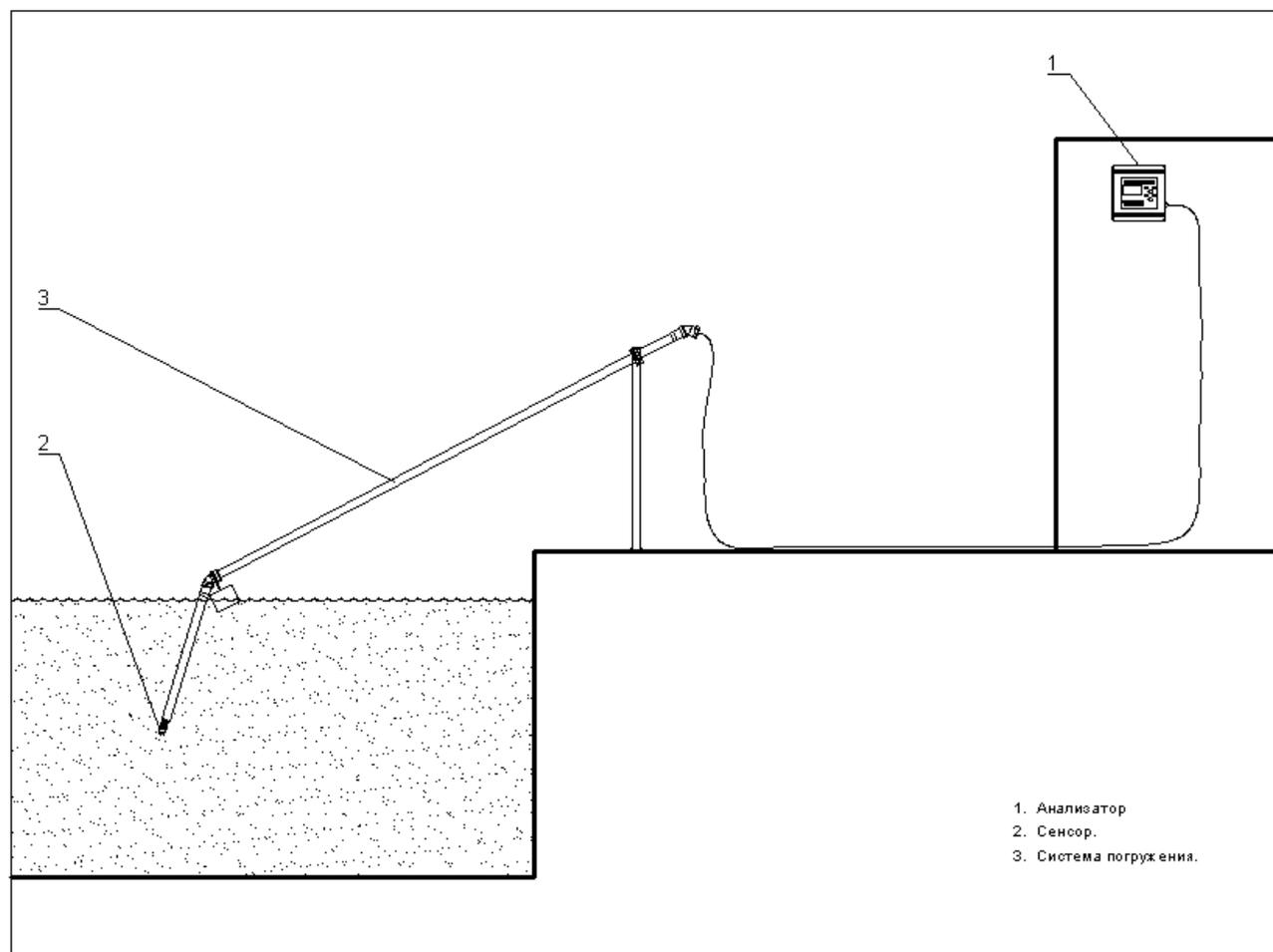


Рис. 10.4 Схема установки АСрН<sub>2</sub> с помощью системы погружения.

#### 10.5. Аналитический контроль водорода в сосудах и трубопроводах работающих под давлением.

Для решения этой задачи в наилучшей степени подходит исполнение анализатора АВП-01А, в комплект которого входит сенсор АСрН<sub>2</sub>-06, снабженный компенсатором внешнего давления. Этот тип сенсоров может устанавливаться в трубопроводы и байпасные линии через стандартные фланцы. Сенсоры АСрН<sub>2</sub> выпускаются в нескольких исполнениях

отличающихся габаритными и присоединительными размерами (см. рис. 3.8). Сенсоры АСрН<sub>2</sub> выдерживают стерилизацию острым паром при 143 °С, что позволяет их использовать в ферментерах и биореакторах как отечественного, так и зарубежного производств. Перед стерилизацией ферментера с установленным в нем АСрН<sub>2</sub>-06, необходимо отсоединить кабель от сенсора, и на его разъем накрутить защитную заглушку. При этом необходимо убедиться в наличии и целостности герметизирующей прокладки в защитной заглушке. При стерилизации сенсора в биореакторе одевать защитную заглушку не требуется.

Анализаторы АВП-01А в комплекте с АСрН<sub>2</sub>-06 могут найти применение при аналитическом контроле растворенного водорода в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов.

### **11. Техническое обслуживание анализатора.**

Если Ваш анализатор нуждается в техническом обслуживании, ремонте или периодической поверке, свяжитесь с сервисным центром фирмы «Альфа БАССЕНС»

Сервисный центр «Фирма «Альфа БАССЕНС» выполняет весь комплекс работ по техническому обслуживанию анализаторов их первичной и периодической поверке в органах ГОССТАНДАРТа РФ.

#### **11.1 Электронный блок анализатора крайне редко нуждается в обслуживании и**

ремонте благодаря высокому качеству производства анализаторов, использованию надежных комплектующих, прочности, герметичности и высокой степени промышленной защиты корпуса анализатора (IP-65). Каждый анализатор в комплекте с датчиком подвергается испытаниям на надежность в течение 1 месяца. Перед отправкой Потребителю каждый анализатор проходит предпродажную подготовку и тестирование работоспособности его основных блоков. В периодической замене нуждается только батарейка, установленная в нижнем отсеке анализатора. Замена батарейки осуществляется при техническом обслуживании анализатора перед представлением его для ежегодной периодической поверки в органы ГОССТАНДАРТа РФ.

11.1. Амперометрические сенсоры благодаря оригинальным техническим решениям, использованию благородных металлов и высокому качеству производства имеют неограниченный срок службы. В то же время сенсоры нуждаются в проведении межрегламентного обслуживания, выполняемого Потребителем в процессе эксплуатации. К этим работам относятся замена мембранного колпачка и гелиевого раствора электролита (см. п.п. 3, 4). Периодичность замены электролита и мембранного колпачка зависит от условий эксплуатации анализатора и должна проводиться не реже 1 раза в год, а также в следующих случаях:

- Нарушена целостность мембраны. Внешним признаком этого служат видимые капельки электролита на торцевой поверхности сенсора, а также значительное уменьшение уровня электролита в корпусе сенсора;
- Мембрана вытянулась и не достаточно сильно натягивается торцевой частью стеклянной гильзы (см. рис. 4.2). Признаком слабого натяжения мембраны является значительное снижение быстродействия и высокое значение остаточного тока сенсора;
- Показания анализатора при измерениях или калибровке нестабильны и имеют большой дрейф.

Если в сенсоре возникла какая-то неполадка прежде всего проверьте целостность кабеля и стеклянной гильзы. Наличие трещин и сколов на стеклянной гильзе АС свидетельствует о несоблюдении Потребителем мер предосторожностей (см. п. 6). Неаккуратное обращение с АС и несоблюдение мер предосторожностей может привести к его потере. При выяснении причин отказов могут оказаться полезными тесты работоспособности АС. Эти тесты можно также проводить при замене мембранного колпачка и раствора электролита.

**Тест №1.** Проверка сопротивления изоляции между катодом и анодом.

1. Снимите мембранный колпачок (см. рис. 3.7, 3.8) и промойте электродный ансамбль в дистиллированной воде. С помощью фильтровальной бумаги удалите капли воды и тщательно просушите торцевую часть стеклянной гильзы.
2. В главном меню войдите в опцию диагностика сенсора. (см. п. 8.4).
3. Если ток сенсора (I<sub>сенс</sub>) имеет близкое к нулю значение (см. рис. 8.4-2б) и сопоставим с величиной остаточного тока (I<sub>ост</sub>), то сопротивление изоляции находится в пределах нормы. Если ток сенсора значительно отличаются от нуля, попробуйте более тщательно выполнить п. 1 настоящего теста. Высокое значение тока сенсора свидетельствует о нарушении сопротивления изоляции. К возможным причинам следует отнести нарушение целостности кабеля, трещины или сколы в стеклянной гильзе, а также попадание влаги в разъем сенсора. В последнем случае следует промыть разъем дистиллированной водой, а затем тщательно просушить в течение суток при температуре близкой к 40-60 °С.

**Тест №2.** Проверка датчика температуры. Этот тест выполняется после выполнения теста №1.

1. В окне «Диагностика сенсора» наблюдайте за показаниями канала измерения температуры (Т). Возьмите сенсор за пластмассовую деталь и выдохните на стеклянную гильзу сенсора, направляя струю альвеолярного воздуха на торцевую часть стеклянной гильзы. Если температура окружающего воздуха ниже 35 °С, то показания температуры (Т) будут увеличиваться.
2. По мере испарения влаги со стеклянной гильзы показания температуры будут уменьшаться стремясь, к прежним значениям.

Такое поведение сенсора свидетельствует об отсутствии обрывов в кабеле и разъеме сенсора. Если показания температуры не меняются, то по-видимому, к кабелю сенсора прикладывались недопустимо высокие механические усилия (см. п.6), что могло привести к обрыву. В этом случае свяжитесь с сервисным центром «Фирма Альфа БАССЕНС». Ремонт такого сенсора возможен только в случае обрыва кабеля у разъема. При недопустимо высоких механических нагрузках на кабель может также произойти обрыв проводов кабеля датчика температуры. В этом случае тест проведет анализатор и высветит на дисплее надпись « Датчик не подключен». В этом случае также свяжитесь с сервисным центром «Фирма Альфа БАССЕНС»

### 11.2. Измерительная камера.

При проведении анализов в потоке жидкостей содержащих большое количество взвешенных частиц на внутренней поверхности измерительной камеры появляются отложения, ухудшающие ее прозрачность. В этом случае Вам следует ее прочистить с помощью марлевого тампона закрепленного на деревянной палочке. Для эффективности очистки можно использовать любые моющие средства, например стиральный порошок. Использовать органические растворители (дихлорэтан, хлороформ, спирт и др.) не рекомендуется. При проведении чистки измерительной камеры желательно также промыть обратный клапан (см. рис.4.5, 4.6). Для исключения возможности дальнейшего засорения измерительной камеры целесообразно установить фильтр тонкой очистки.

## 12. Возможные неполадки способы их устранения.

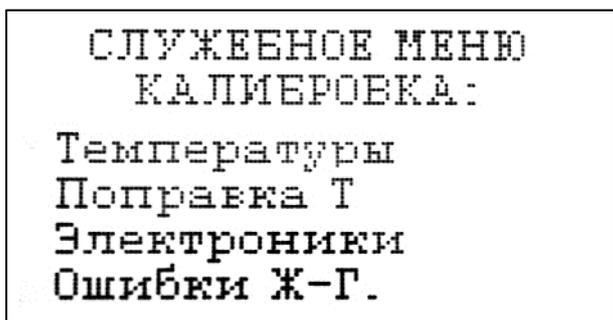
Внешние проявления	Вероятные причины	Способы устранения
1 После подключения вилки к сети 220/36В анализатор не включается	1. Не включен переключатель 10 (см. рис. 7.1) 2. Вышел из строя предохранитель	1. Нажмите на нижний правый гермоввод (см. рис. 7.1) 2. Заменить предохранитель.
2. На дисплее анализатора загорается сообщение «Нет сенсора»	1. Сенсор не подключен к анализатору 2. Обрыв кабеля	1. Открыть внутренний отсек анализатора и подключить сенсор 2. Свяжитесь с сервисным центром по вопросу ремонта или замены сенсора

3. Показания не чувствительны к изменению концентрации водорода.	1. Высох раствор электролита 2. Обрыв кабеля	1. Долить раствор электролита и заменить мембранный колпачок. 2. Связаться с сервисным центром фирмы по вопросу ремонта или замены сенсора.
4. При калибровке по воздуху сенсор имеет большой остаточный ток	1. Высох раствор электролита. 2. Нарушено сопротивление изоляции в сенсоре или в разъеме сенсора 3. Вытянулась газопроницаемая мембрана	1. Заменить раствор электролита. 2. Произвести внешний осмотр сенсора и выполнить Тест №1. При отрицательном результате связаться с сервисным центром фирмы по вопросу ремонта или замены сенсора. 3. Заменить мембранный колпачок
5. Показания сенсора нестабильны во времени при постоянной концентрации водорода.	1. Нарушена целостность мембраны 2. Вытянулась мембрана из-за превышения температуры и (или) расхода воды	Заменить мембранный колпачок. Обеспечить требования по температуре и расходу воды через измерительную камеру. Заменить мембранный колпачок
6. После включения анализатора выход на рабочий режим превышает 20 минут	Разрядилась батарейка	Заменить пальчиковую батарею.
7. Инерционность сенсора существенно увеличилась	Вытянулась мембрана из-за превышения температуры и (или) расхода воды	Обеспечить требования по температуре и расходу воды через измерительную камеру. Заменить мембранный колпачок

## Приложение 1.

### Процедура внесения коррекции ошибки «Жидкость-газ»

1. Для того чтобы анализатор вносил коррекцию на ошибку «жидкость-газ», свойственную Вашему сенсору, необходимо выполнить следующие действия:
  - 3.1. Нажмите клавишу «Ввод» и войдите в Главное меню (см. рис. 8.2-1).
  - 3.2. Выберите опцию «Калибровка» и нажмите клавишу «Ввод»
  - 3.3. Нажмите клавишу «Вниз» и, удерживая ее в нажатом состоянии, нажмите «Ввод». На дисплее анализатора высветится служебное меню, показанное на рис. П1-1



В открывшемся окне выберите опцию «Ошибка Ж-Г» и нажмите «Ввод». На дисплее анализатора высветится окно, показанное на рис. П1-2

Рис. П1-1. Служебное меню.

- 3.4. С помощью клавиш перемещения курсора введите расчетное значение коэффициента «Жидкость-газ». После ввода в энергонезависимую память значения коэффициента «Жидкость-газ» анализатор автоматически будет вносить коррекцию при проведении измерений в жидкостях. При измерениях в газах коррекция вноситься не будет

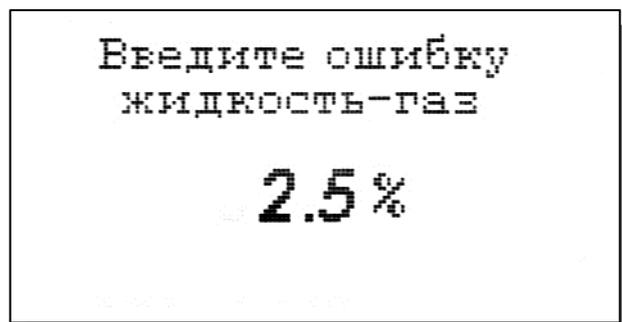


Рис. П1-2. Окно ввода ошибки «Жидкость-газ».

### Процедура внесения коррекции на зависимость сигнала сенсора от скорости потока анализируемой жидкости.

Систематическая ошибка «Жидкость – газ» также проявляется в зависимости сигнала сенсора от скорости потока. В тех случаях, когда измерения проводят при постоянной скорости потока, эту погрешность измерения можно исключить. Для этого сначала необходимо выполнить п.п. 1, 2 методики П1 РЭ. Затем необходимо собрать установку, обеспечивающую требуемую скорость протока дистиллированной воды, насыщенной ПГС, через измерительную камеру АС. Такая установка, например, может быть собрана с использованием перистальтического насоса с регулируемым расходом. Установите расход дистиллированной воды через измерительную камеру близкий к реальному расходу анализируемой жидкости при ее анализе. После достижения устойчивых показаний произведите их отсчет. Затем выполните п.

3 методики, описанной в П1 РЭ. После ввода в энергонезависимую память значения коэффициента «Жидкость-газ», анализатор автоматически будет вносить коррекцию при проведении измерений в жидкостях. При измерениях в газах коррекция вноситься не будет.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.

Анализаторы водорода АВП-01 (в дальнейшем - анализаторы) предназначены для производственного анализа (“непрерывного анализа”, “анализа на линии” или “технологического анализа”) концентрации ( $c_{H_2}$ ), парциального давления водорода ( $p_{H_2}$ ), и температуры (Т) в жидких и газообразных средах.

Анализаторы, благодаря своей универсальности и широкому ассортименту используемых амперометрических сенсоров (АС), могут применяться для решения разнообразных задач аналитического контроля водорода практически во всех отраслях народного хозяйства: в атомной и тепловой энергетике, химической и нефтяной промышленности и т.д.

Анализаторы предназначены для эксплуатации в промышленных и лабораторных условиях при температуре окружающей среды от минус 20 до плюс 60 °С и температуре анализируемой среды от 0 до 50 °С, атмосферном давлении от 84.0 до 106.7 кПа (от 630 до 800 мм. рт. ст.).

Анализаторы относятся к:  
видам климатических исполнений УЗ и Т1 по ГОСТ Р50444-92;  
группе 2 в части воспринимаемых механических нагрузок по ГОСТ Р50444-92;  
по электробезопасности анализаторы удовлетворяют требованиям ГОСТ Р50267.092 и выполнены по классу защиты II, типа В. Анализаторы выполнены в герметичном водонепроницаемом корпусе класса промышленной защиты IP-65.

Анализаторы АВП-01 выполняются в нескольких исполнениях, каждое из которых отличается амперометрическим сенсором и принадлежностями, входящими в комплект его поставки. Конструкции амперометрических сенсоров разработаны с учетом специфики измерений в той или иной области народного хозяйства. Поэтому при выборе исполнения анализатора желательно исходить из назначения и области применения анализатора. Области применения анализаторов и обозначения их исполнений при заказе и в документации другого изделия приведены в таблице 1

Таблица 1.

Обозначение исполнения анализатора	Обозначение АС и аксессуаров входящих в комплект поставки	Назначение и области применения анализатора АВП-01
<b>АВП-01 Л</b> <b>ТУ 4215-002-66109885-2010</b>	<b>АС<sub>pH<sub>2</sub></sub>-01</b>  <b>Измерительная камера ИКМА или ИКПЖ</b>	Предназначен для измерений концентрации, парциального давления водорода и температуры в жидкостях и газах. Применяется в лабораторных условиях различных промышленных предприятий и научно-

		исследовательских учреждений.
<b>АВП-01 Г</b> ТУ 4215-002-66109885-2010	<b>АСрН<sub>2</sub>-03</b>  Измерительная камера ИКПГ или ИКДГ Побудитель расхода (груша)	Предназначен для измерений концентрации водорода в газообразных средах. Применяется для определения “утечек” водорода в электролизных, в системах охлаждения генераторов, в емкостях с жидкими ядерными отходами, а также для мониторинга состава воздуха промышленной зоны с целью обеспечения пожаровзрывобезопасных условий производства.
<b>АВП-01 Т</b> ТУ 4215-002-66109885-2010	<b>АСрН<sub>2</sub>-04</b>  Измерительная камера ИКПЖ с обратным клапаном	Измерения водорода в воде в том числе в микрограммовом диапазоне концентраций. Для контроля процессов водохимподготовки в атомной и тепловой энергетике: ТЭЦ, ГРЭС, АЭС, теплосети, котельные. Применяются в химической, нефтяной, пищевой промышленности и военно-промышленном комплексе.
<b>АВП-01 П</b> ТУ 4215-002-66109885-2010	<b>АСрН<sub>2</sub>-05</b> Сенсор погружного типа, выполнен в герметичном корпусе из нержавеющей стали	Предназначен для измерений концентрации водорода в газах и жидкостях непосредственно в точках отбора проб. Может устанавливаться в емкости заполненные анализируемой средой, например цистерны с нефтепродуктами, метантенки, колодцы, шахты и т.д. Применяется для определения “утечек” водорода в электролизных, в системах охлаждения генераторов, в емкостях с жидкими ядерными отходами, а также для мониторинга состава воздуха

		<p>промышленной зоны с целью обеспечения пожаровзрывобезопасных условий производства.</p>
<p><b>АВП-01 А</b> ТУ 4215-002-66109885-2010</p>	<p><b>АСрН<sub>2</sub>-06</b> Стерилизуемые сенсоры при температуре 143 °С и давлении 3 ати. Выполнен в корпусе из нержавеющей стали Типоразмер уточняется при заказе.</p>	<p>Предназначен для измерений концентрации водорода в жидких и газообразных средах при высоких давлениях, в том числе в 1-ом контуре охлаждения ядерных реакторов. Сенсоры могут устанавливаться в ферментеры и биореакторы отечественного и импортного производств. Анализаторы АВП-01А также могут применяться в химической и нефтеперерабатывающей промышленности, когда необходимо проводить измерения концентрации водорода при высоких давлениях.</p>
<p><b>АВП-01 С</b> ТУ 4215-002-66109885-2010</p>	<p><b>АССН<sub>2</sub>-01</b> Выполнен в герметичном корпусе со встроенной магнитной мешалкой и устройством механической очистки электродов.</p>	<p>Измерения концентрации водорода в жидкостях с неизвестными коэффициентами растворимости водорода.</p>



Коррекция на соленость	есть
Тревожная сигнализация по верхнему и нижнему регулируемым пределам содержания водорода	Звуковая, световая, сухие контакты
Время установления рабочего режима после включения, мин, не более	5
Токовый выход, мА	0/4 – 20, или 0 - 5
Возможность настройки шкалы самописца на требуемый диапазон измерения и задания коэффициента масштабирования (Км) при аварийном зашкаливании самописца	есть Км=2; 5; 10; 20
Возможность протоколирования результатов измерений с их сохранением в памяти анализатора и отображением на дисплее в табличном и графическом видах.	есть
Электронный блокнот	есть
Выходы на компьютер	RS-232 или RS-485
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	5000
Срок службы амперометрического сенсора	Не ограничен
Средний срок службы анализатора, лет, не менее	10
Потребляемая мощность, В*А, не более	5
Напряжение питания	36/220 В, 50 Гц
Дисплей с подсветкой	Графический
Клавиатура с подсветкой	Кнопочная
Габаритные размеры, мм, не более: - измерительного устройства - графического дисплея - измерительной камеры - амперометрического сенсора - длина кабеля, не менее, м	200x200x100 80x50 100x90x30 16x80 2
Масса анализатора, кг, не более	2.0

Примечание:

A - показания анализатора в выбранной единице измерения.

<sup>1)</sup> – Систематическая погрешность «Жидкость-газ» вычисляется по формуле

$$\gamma = (A^r - A^ж) / A^r * 100,$$

где: A<sup>r</sup> – показания анализатора в водородосодержащей газовой смеси;

A<sup>ж</sup> - показания анализатора в воде насыщенной этой газовой смесью.

### 3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

В комплект поставки входят изделия перечисленные в табл. 3

Таблица 3.

Наименование	Обозначение документа	Количество
1. Устройство измерительное АВП-01	НЖЮК 4215-002-66109885-2010	1
2. Сенсор амперометрический	НЖЮК 4215-002-66109885-2010	1*
3. Камера измерительная	НЖЮК 008.000.000	1*
Инструменты и принадлежности		
4. Флакон с электролитом	НЖЮК 6.870.062-01	1
Запасные части		
5. Корпус АСрН <sub>2</sub> в сборе	НЖЮК 8.634.142	3
6. Кольцо резиновое	НЖЮК 8.623.160-01	1
Эксплуатационная документация		
7. Комплект эксплуатационной документации, паспорт	НЖЮК 4215-002- 66109885-2010 РЭ	1

\*) определяется вариантом поставки

#### 4. ПОВЕРКА АНАЛИЗАТОРА.

4.1. Поверка анализаторов должна производиться не реже одного раза в 12 месяцев, а также после ремонта и длительного хранения.

4.2. Условия поверки и подготовка к ней.

4.2.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды  $293 \pm 5$  °К,  $(20 \pm 5)$  °С;
- относительная влажность  $65 \pm 15$  % при температуре воздуха  $293 \pm 5$  °К,  $(20 \pm 5)$  °С;
- атмосферное давление  $(99,9 \pm 6,6)$  кПа,  $(750 \pm 50)$  мм.рт.ст.;
- напряжение сети  $220 \pm 22$  В,  $50 \pm 0,5$  Гц.

4.2.2. Перед проведением поверки анализатора необходимо выполнить подготовительные работы. Для этого разместите поверяемое изделие и необходимое оборудование на рабочем столе, обеспечив удобство работы и исключив попадание на него прямых солнечных лучей.

Затем подготовьте анализатор к работе согласно разделу “Подготовка к работе” настоящего руководства по эксплуатации.

#### 4.3. Проведение поверки.

4.3.1. Поверка анализатора заключается во внешнем осмотре анализатора, определении систематической погрешности «Жидкость-газ», пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений, концентрации (парциального давления) водорода, температуры и времени установления показаний.

4.3.2. При проведении внешнего осмотра должно быть проверено:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на точность показаний анализатора;
- чистота разъемов и гнезд;
- состояние соединительных проводов;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировки.

Анализаторы, имеющие дефекты, которые затрудняют работу с анализатором, бракуют и направляют в ремонт.

4.3.3. Определение систематической погрешности «жидкость-газ» проводят после калибровки анализатора по двум точкам согласно п. 9 руководства по эксплуатации.

АСрН<sub>2</sub> работает в режиме измерения парциального давления водорода [1-3], и его сигнал является линейной функцией его парциального давления. Этим, в частности, объясняется, что показания АС практически совпадают при измерениях рН<sub>2</sub> в газовой фазе и жидкости, находящейся с ней в состоянии динамического равновесия. В то же время, из-за неидеальности параметров АСрН<sub>2</sub> им характерна систематическая погрешность измерений, известная как коэффициент «Жидкость-газ» (см. п. 5.3.3.). Величина этой погрешности постоянна для каждого исполнения АСрН<sub>2</sub> и нормируется в технических характеристиках (см. п. 2). При измерениях рН<sub>2</sub> и сН<sub>2</sub> в жидкостях анализатор автоматически корректирует эту погрешность. Благодаря этому разница показаний анализатора при измерениях рН<sub>2</sub> и сН<sub>2</sub> в жидкости и газе находящимся с ней в состоянии динамического равновесия, оказывается скомпенсированной. Введение автоматической коррекции систематической погрешности «жидкость-газ» позволяет испытания по определению пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения парциального давления и концентрации растворенного в воде водорода проводить по методикам описанным в п.п. 4.3.4.1 - 4.3.4.2, используя при этом ПГС. Перед проведением этих испытаний определяют коэффициент «жидкость-газ» и вводят его значение в анализатор для последующей автоматической коррекции результатов измерений (П1 РЭ).

4.3.3.1. Перед определением систематической погрешности «жидкость-газ» необходимо обнулить коэффициент, корректирующий данную ошибку (см. П1 РЭ). Определение систематической погрешности «жидкость-газ» проводят на установке УК-01, входящей в комплект поставки анализатора. Установку для приготовления ПГС собирают в соответствии со схемой рис. 9.4 РЭ. Сосуд 3 заполняют на  $\frac{3}{4}$  объема дистиллированной водой и помещают в него активатор от магнитной мешалки. Затем в него устанавливают амперометрический сенсор

5, герметично фиксируя его с помощью гайки 4 и резинового кольца. В гидрозатвор 10 с помощью шприца заливают 3 мл дистиллированной воды и закручивают вентиль 2. Реактор 7 заполняют аккумуляторной серной кислотой. Измельченную и предварительно взвешенную навеску металлического цинка массой  $70 \pm 10$  мг бросают в реактор 7 и быстро соединяют его с входной трубкой 6 емкости 3. После завершения реакции (прекращение процесса образования пузырьков  $H_2$  в реакторе 7) входную трубку 6 перекрывают с помощью зажима, и от нее отсоединяют реактор 7. Затем сосуд 3 энергично встряхивают в течение 10 – 15 минут, насыщая дистиллированную воду водородосодержащей ПГС, полученной в результате смешивания воздуха в объеме сосуда и водорода, полученного при растворении навески цинка в разбавленной серной кислоте. Затем сосуд кладут боковой поверхностью на магнитную мешалку, при этом чувствительная поверхность  $ASrH_2$  должна находиться в воде. Включают магнитную мешалку и после достижения стабильных показаний производят их отсчет. Затем емкость 3 устанавливают под углом, так чтобы чувствительная поверхность  $ASrH_2$  находилась в газовой фазе и на ней не оставалось капель воды. После достижения стабильных показаний производят их отсчет и вычисляют значение коэффициента «Жидкость – газ» по формуле

$$K = (A_r - A_{ж})/A_r * 100, \quad (5)$$

где:  $A_r$  и  $A_{ж}$  - показания анализатора при измерениях в газовой фазе и в жидкости (воде) соответственно, находящейся с ней в состоянии равновесия.

Результаты испытаний считают удовлетворительными, если вычисленное значение систематической погрешности соответствует техническим характеристикам на поверяемый анализатор (п. 2. настоящего паспорта).

**Примечание.** Для того чтобы анализатор вносил коррекцию на ошибку «жидкость-газ», свойственную Вашему сенсору, необходимо выполнить действия П1 РЭ.

4.3.4. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения концентрации (парциального давления) водорода проводят после калибровки анализатора по двум точкам согласно п. 9 руководства по эксплуатации.

Испытания могут проводиться как по аттестованным поверочным водородосодержащим газовым смесям (ПГС) поставляемым в баллонах (п.4.3.4.1), так и по газовым смесям получаемым в установке УК-01 (п.4.3.4.2) (при покупке анализатора необходимость приобретения УК-01 согласовывается с Заказчиком.)

4.3.4.1. Методика испытаний по определению пределов основной абсолютной погрешности измерения концентрации (парциального давления) водорода с использованием ПГС в баллонах.

Для проведения испытаний собирают установку показанную на рис. 4.1.

Амперометрический сенсор 4 устанавливают в измерительную камеру, выходную трубку которой подсоединяют к выходу увлажнителя 5. Входной штуцер ИК соединяют с гидрозатвором 7.

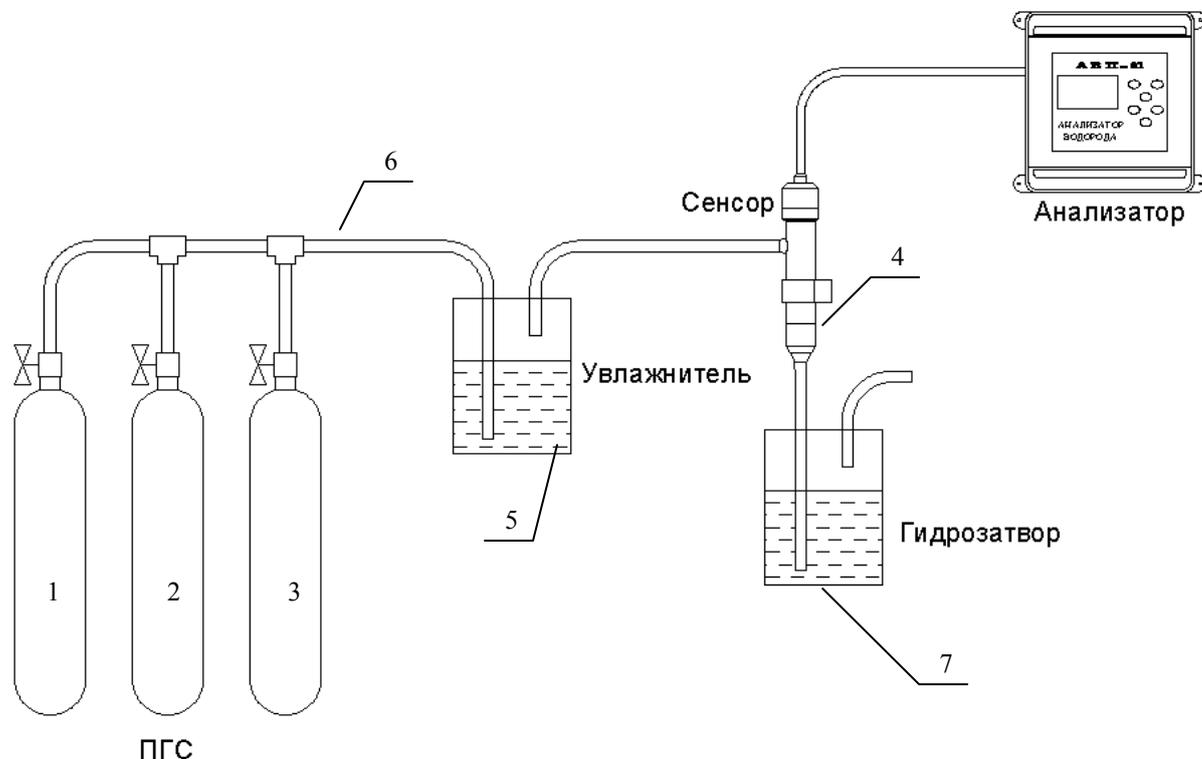


Рис. 4.1. Схема установки для определения пределов основной абсолютной погрешности измерений концентрации водорода.

1 – 3 поверочные газовые смеси, 4 – амперометрический сенсор с ИК, 5 – увлажнитель, 6 входная трубка, 7 – гидрозатвор.

Поверку проводят следующим образом:

- Поочередно подсоединяют входную трубку (6) увлажнителя 5 к баллонам (1, 2, 3) с аттестованными поверочными газовыми смесями водорода с азотом:  
 "Газ №1" - 0% водорода (допускается использовать атмосферный воздух),  
 "Газ №2" -  $15 \pm 5$  % водорода в азоте,  
 "Газ №3" -  $90 \pm 5$  % водорода в азоте (допускается использовать водород получаемый в результате растворения металлического цинка в разбавленной серной кислоте).
- С помощью редуктора на одном из баллонов (1-3) устанавливают расход ПГС равный 2 –10 пузырьков в секунду (наблюдение ведут по гидрозатвору). ПГС пропускают в течение 15 минут, вытесняя при этом остатки воздуха из магистрали и насыщая ПГС парами воды.
- После достижения устойчивых показаний производят отсчет концентрации (парциального давления) водорода в выбранной

оператором единице измерения (об. %, кПа, мм.рт.ст., мг/л), и температуры.

- Для каждой ПГС производят 3 ÷ 5 измерений.
- Рассчитывают концентрацию и/или парциальное давление водорода в ПГС, насыщенных парами воды по формулам:

$$X_j = ((B - p_{H_2O})/B) * Y_j \quad (1)$$

$$(p_{H_2})_j = (B - p_{H_2O}) * Y_j \quad (2)$$

$$C_j = (C_{H_2})_{табл} * X_j / 100 \quad (3)$$

где:  $B$  – барометрическое давление;

$Y_j$  - процентное содержание водорода в ПГС;

$X_j$ ,  $(p_{H_2})_j$  и  $C_j$  – расчетные значения процентного содержания (об. %), парциального давления водорода (мм. рт. ст. или кПа) и концентрации растворенного водорода (мкг/л, мг/л), соответствующие  $j$ -ой ПГС;

$J$  – номер ПГС

$p_{H_2O} = (1,014 * 10^9 * \exp(-5233/(t+273)) - 0,2401) * (B/760,0)$  давление насыщенных водяных паров при температуре измерения;

$(C_{H_2})_{табл}$  - табличные значения концентрации растворенного в воде водорода, при температуре измерения ( $t$ ) (данные берутся из таблицы в П2).

$t$  – температура измерения, °C

Вычисляют значения основной абсолютной погрешности для каждого измерения ( $\Delta j i$ ) по формуле

$$\Delta j i (об. \%) = | A_j i (об. \%) - X_j | \quad (4)$$

$$\Delta j i (p_{H_2}) = | A_j i (p_{H_2}) - (p_{H_2})_j | \quad (5)$$

$$\Delta j i (C_{H_2}) = | A_j i (C_{H_2}) - C_j | \quad (6)$$

где:  $A_j i$  – показания анализатора в выбранной оператором единице измерения для  $j$ -го ПГС и  $i$ -го измерения;

$i$  – порядковый номер измерения,  $i = 3 \div 5$  в  $j$ -ой ПГС;

Для каждой ПГС вычисляют значения основной абсолютной погрешности измерений ( $\bar{\Delta} j$ ) как среднее арифметическое абсолютных погрешностей по совокупности измерений

$$\bar{\Delta} j (об. \%) = \sum_i \Delta j i (об. \%) / n \quad (7)$$

$$\bar{\Delta} j (p_{H_2}) = \sum_i \Delta j i (p_{H_2}) / n \quad (8)$$

$$\bar{\Delta} j (C_{H_2}) = \sum_i \Delta j i (C_{H_2}) / n \quad (9)$$

где:  $n$  – количество измерений для  $J$ -ой ПГС,  $n = 3 \div 5$ ;

Результаты поверки анализатора считают удовлетворительными, если основная абсолютная погрешность измерений процентного содержания, парциального давления и концентрации растворенного водорода для каждой из ПГС находится в соответствии с техническими характеристиками на поверяемый анализатор (п. 2. настоящего паспорта).

4.3.4.2. Методика испытаний по определению пределов основной абсолютной погрешности измерения концентрации (парциального давления) водорода по ПГС, получаемых с помощью установки УК-01 (заменяет методику п.4.3.4.1 при отсутствии ПГС в баллонах).

Определение проводят после калибровки анализатора по двум точкам согласно п. 9 руководства по эксплуатации.

**Примечание.** Поверка анализаторов по данной методике позволяет отказаться от приобретения ПГС в баллонах.

Собирают установку УК-01 в соответствии со схемой представленной на рис. 9.4 руководства по эксплуатации. Амперометрический сенсор 5 устанавливают в сосуд 3 для приготовления ПГС и фиксируют с помощью гайки 4.

Испытания по определению пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения концентрации (парциального давления) водорода в единицах измерения об. %, кПа, мм.рт.ст., мг/л, мкг/л проводят после калибровки анализатора по двум точкам согласно п. 9 руководства по эксплуатации. Затем измельчают 5-7 гранул металлического цинка и взвешивают три - пять навесок массой от 50 до 300 мг на аналитических весах с погрешностью взвешивания менее 1 мг. Сосуд 3 тщательно продувают атмосферным воздухом с помощью микрокомпрессора и закрывают вентиль 2 на гидрозатворе. Реактор 7 заполняют аккумуляторной серной кислотой 8. Одну из навесок металлического цинка бросают в реактор 7 и быстро соединяют его с входной трубкой 6 емкости 3. Для более быстрого протекания реакции рекомендуется навеску цинка измельчить, а реактор 7 погрузить в стакан с теплой водой (50 – 80 °С). Получаемый в реакции растворения цинка водород смешивается с атмосферным воздухом в объеме сосуда 3, образуя поверочную газовую смесь, процентное содержание водорода в которой определяют по формуле

$$X_j = V_j / (V_j + V_c) * 100 \quad (7)$$

где:  $V_j = (m_j / M) * 8.31(t + 273.15) / B$  - объем водорода, выделенный при растворении навески цинка, л

$M$  - молярная масса цинка, г/моль,  $M = 65.39$

$m_j$  - масса  $j$ -ой навески цинка, г

$t$  - температура ПГС, °С

$B$  - барометрическое давление, кПа

$V_c$  - объем сосуда, л, (см. табл. 3, п. 3 настоящего паспорта),

После завершения реакции (прекращение образования пузырьков  $H_2$  в реакторе 7) вентиль 2 открывают и стравливают избыток давления в сосуде 3 через гидрозатвор 10. После стабилизации показаний (примерно через 5 минут) производят от 3-х до 5-ти измерений с интервалом в 1 минуту. Затем отсоединяют реактор 7 и достают  $ASrH_2$  из сосуда 3. Амперометрический сенсор выдерживают в атмосферном воздухе (как ПГС с нулевым содержанием водорода) в течение 25-30 минут. После достижения устойчивых показаний АС в атмосферном воздухе производят их отсчет.

Испытания повторяют для каждой из оставшихся навесок металлического цинка. После каждого испытания сосуд 3 тщательно продувают воздухом с помощью миникомпрессора.

Для каждой ПГС вычисляют значения основной абсолютной погрешности измерений ( $\Delta j$ ) по формулам (1) – (9)

Результаты поверки анализатора считают удовлетворительными, если основная абсолютная погрешность измерений концентрации (парциального давления) водорода находится в соответствии с техническими характеристиками на поверяемый анализатор (п. 2 настоящего паспорта).

#### 4.3.5. Определение времени установления показаний.

Проверку времени установления показаний рекомендуется совмещать с испытаниями по определению пределов допускаемой основной погрешности измерений концентрации водорода.

4.3.5.1. При проведении испытаний по методике п. 4.3.4.1 проверку времени установления показаний проводят следующим образом.

1. Выходную трубку измерительной камеры  $ASrH_2$  (см. рис. 4.1) отсоединяют от увлажнителя и продувают атмосферным воздухом с помощью побудителя расхода (груша, или миникомпрессор»).
2. С помощью редуктора на одном из баллонов устанавливают расход ПГС равный 5 -10 пузырьков в минуту. После стабилизации показаний  $ASrH_2$  в воздухе, выходную трубку подсоединяют к увлажнителю фиксируя время достижения 90% показаний от расчетной концентрации  $X_{ij}$ , вычисленной по формуле (1).

Результаты поверки анализатора считают удовлетворительными, если время установления показаний соответствует техническим характеристикам на поверяемый анализатор (см. п. 2).

4.3.5.2. При проведении испытаний по методике п. 4.3.4.2 проверку времени установления показаний проводят следующим образом.

- Собирают установку для приготовления ПГС в соответствии со схемой приведенной на рис. 9.4. Амперометрический сенсор 5 устанавливают в сосуд 3, герметично фиксируя его с помощью гайки 4 и резинового кольца. Реактор 7 заполняют аккумуляторной серной кислотой. Измельченную и взвешенную навеску металлического цинка помещают в реактор 7, который быстро соединяют с входной трубкой 6 емкости 3. После завершения реакции (прекращение процесса образования

пузырьков  $H_2$  в реакторе 7) вентиль 2 открывают и стравливают избыток давления в сосуде 3 через гидрозатвор 10.

- После стабилизации показаний производят их отсчет. Затем откручивают гайку 4 и достают  $АСрН_2$  из емкости 3, фиксируя при этом время достижения 10 % зоны показаний от уровня сигнала сенсора в емкости с ПГС.
- Результаты поверки анализатора считают удовлетворительными, если время установления показаний находится в соответствии с техническими характеристиками на поверяемый анализатор (п. 2).

4.3.6. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры на отметках 0, 25, 50 °С шкалы проверяемого прибора путем сравнения его показаний с показаниями эталонного термометра (ТЛ-4 или термометр более высокого класса точности).

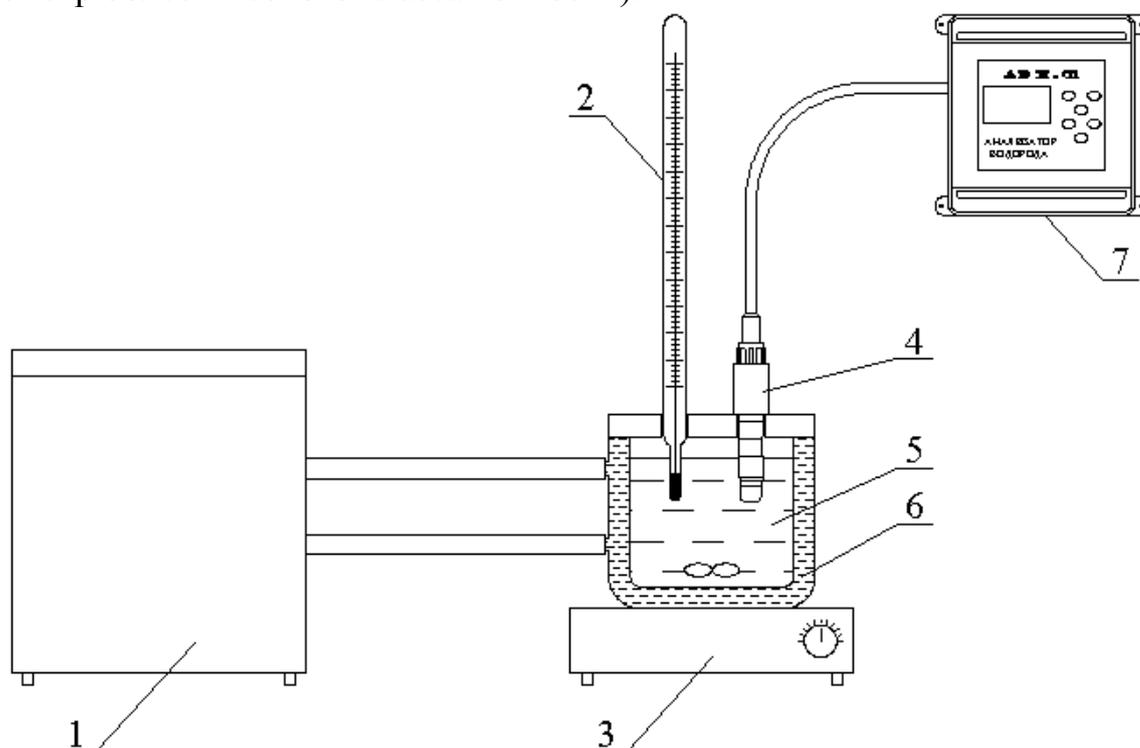


Рис.4.2. Схема установки для поверки прибора.

1 - термостат жидкостной; 2 - эталонный термометр; 3 - магнитная мешалка; 4 - амперометрический сенсор; 5 - вода; 6 - термостатируемый стакан; 7 - анализатор водорода АВП-01.

4.3.6.1. В соответствии со схемой показанной на рис. 4.2., собирают установку и проводят следующие операции:

- погружают чувствительную часть  $АСрН_2$  и термометр на глубину 20-30 мм в термостатируемый стакан с интенсивно перемешиваемой водой, имеющей температуру поверяемой отметки шкалы;
- после выдержки в воде в течение не менее 5 минут снимают показания температуры термометра анализатора и эталонного термометра.

**Примечание.** Количество отметок шкалы может быть увеличено или уменьшено исходя из реального диапазона измерений температуры поверяемого прибора, но с обязательным включением начального и конечного значений диапазона измерений поверяемого прибора.

4.3.6.2. Предел  $\Delta_T$  основной допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры прибором рассчитывают по формуле

$$\Delta_T = T^0 - T^1 \quad (8)$$

где:  $T^1$  – значение температуры среды, измеренное прибором;

$T^0$  значение температуры среды, измеренное эталонным термометром.

4.3.6.3. Если значение  $\Delta_T$ , рассчитанное для каждого выбранного значения отметки шкалы температур, не превышает значения, указанного в п. 2, результаты испытаний считаются удовлетворительными, а прибор признают пригодным к дальнейшему проведению испытаний. В противном случае прибор бракуют.

4.3.7. По результатам поверки выдается свидетельство о первичной или периодической поверке.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Поверку анализаторов в соответствии с данной методикой могут осуществлять ГП ВНИИФТРИ (ГОССТАДАРТ РФ), «РОСТТЕСТ Москва» и региональные ЦСМ. Предприятие-изготовитель «Фирма «Альфа БАССЕНС» осуществляет дальнейшую поддержку своих Покупателей, предлагая услуги по сервисному обслуживанию анализаторов, их подготовке к проведению периодической поверки и представлению анализаторов в органы Госстандарта для проведения периодической поверки.

## 5. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

5.1. Анализатор в упаковке предприятия-изготовителя должен храниться в закрытом помещении при температуре от 5 до 50 °С и относительной влажности не более 80 % при температуре 25 °С (условия хранения 1 по ГОСТ 15150).

5.2. При длительном хранении амперометрических сенсоров у потребителя (более 6 месяцев) необходимо слить раствор электролита.

## 6. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА)

6.1. Гарантийный срок эксплуатации анализатора при соблюдении Потребителем условий эксплуатации, установленных настоящим паспортом, - 24 месяца со дня продажи прибора.

6.2. Гарантийный срок хранения без переконсервации при соблюдении правил хранения - 3 года.

6.3. В течение гарантийного срока при соблюдении потребителем правил эксплуатации предприятие - изготовитель безвозмездно ремонтирует или заменяет анализатор или его части по предъявлению гарантийного талона (Приложение 1).

## 7. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

В случае отказа анализатора или обнаружения неисправности в его работе в период действия обязательств, а также обнаружения некомплектности при его первичной приемке, владелец прибора должен составить акт о необходимости отправки прибора предприятию-изготовителю, или поставщику, или предприятию, осуществляющему гарантийное обслуживание.

## 8. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Анализатор водорода промышленный многофункциональный АВП-01, заводской номер № \_\_\_\_\_ соответствует техническим условиям ТУ4215-002-66109885-2010 и признан годным для эксплуатации.

Дата выпуска \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

М.П.

Подписи или оттиски личных клейм, ответственных за приемку.



“Фирма "Альфа БАССЕНС"  
Предприятие изготовитель

### Г А Р А Н Т И Й Н Ы Й Т А Л О Н № 1

на ремонт (замену) в течение гарантийного срока анализатора водорода  
АВП-01 ТУ 4215-002-66109885-2010

Номер и дата выпуска \_\_\_\_\_  
(заполняется завод изготовителем)

Приобретен \_\_\_\_\_  
(дата, подпись и штамп торгующей организации)

Введен в эксплуатацию \_\_\_\_\_  
(дата, подпись)

принят на гарантийное обслуживание ремонтным предприятием

\_\_\_\_\_  
М.П. Руководитель предприятия \_\_\_\_\_

“Фирма "Альфа БАССЕНС"  
Предприятие изготовитель

### Г А Р А Н Т И Й Н Ы Й Т А Л О Н №2

на ремонт (замену) в течение гарантийного срока анализатора водорода  
АВП-01 ТУ 4215-002-66109885-2010

Номер и дата выпуска \_\_\_\_\_  
(заполняется завод изготовителем)

Приобретен \_\_\_\_\_  
(дата, подпись и штамп торгующей организации)

Введен в эксплуатацию \_\_\_\_\_  
(дата, подпись)

принят на гарантийное обслуживание ремонтным предприятием

\_\_\_\_\_  
М.П. Руководитель предприятия \_\_\_\_\_



Таблица зависимости концентрации водорода в дистиллированной воде от температуры при атмосферном давлении 760 мм.рт.ст.

°C	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0,0	1840	1839	1838	1836	1835	1834	1832	1831	1830	1829
1,0	1827	1826	1825	1823	1822	1821	1819	1818	1817	1816
2,0	1814	1813	1812	1810	1809	1808	1807	1805	1804	1803
3,0	1801	1800	1799	1798	1796	1795	1794	1792	1791	1790
4,0	1789	1787	1786	1785	1784	1782	1781	1780	1778	1777
5,0	1776	1775	1773	1772	1771	1770	1768	1767	1776	1765
6,0	1763	1762	1761	1760	1758	1757	1756	1755	1753	1752
7,0	1751	1750	1748	1747	1746	1745	1743	1742	1741	1740
8,0	1738	1737	1736	1735	1733	1732	1731	1730	1729	1727
9,0	1726	1725	1724	1722	1721	1720	1719	1718	1716	1715
10,0	1714	1713	1711	1710	1709	1708	1707	1705	1704	1703
11,0	1702	1700	1699	1698	1697	1696	1694	1693	1692	1691
12,0	1690	1688	1687	1686	1685	1684	1682	1681	1680	1679
13,0	1678	1676	1675	1674	1673	1672	1670	1669	1668	1667
14,0	1666	1665	1663	1662	1661	1660	1659	1657	1656	1655
15,0	1654	1653	1652	1650	1649	1648	1647	1646	1645	1643
16,0	1642	1641	1640	1639	1638	1636	1635	1634	1633	1632
17,0	1631	1629	1628	1627	1626	1625	1624	1622	1621	1620
18,0	1619	1618	1617	1616	1614	1613	1612	1611	1610	1609
19,0	1607	1606	1605	1604	1603	1602	1601	1600	1598	1597
20,0	1596	1595	1594	1593	1592	1590	1589	1588	1587	1586
21,0	1585	1584	1583	1581	1580	1579	1578	1577	1576	1575
22,0	1574	1572	1571	1570	1569	1568	1567	1566	1565	1563
23,0	1562	1561	1560	1559	1558	1557	1556	1555	1553	1552
24,0	1551	1550	1549	1548	1547	1546	1545	1544	1542	1541
25,0	1540	1539	1538	1537	1536	1535	1534	1533	1532	1530
26,0	1529	1528	1527	1526	1525	1524	1523	1522	1521	1520
27,0	1519	1517	1516	1515	1514	1513	1512	1511	1510	1509
28,0	1508	1507	1506	1505	1503	1502	1501	1500	1499	1498
29,0	1497	1496	1495	1494	1493	1492	1491	1490	1489	1487
30,0	1486	1485	1484	1483	1482	1481	1480	1479	1478	1477
31,0	1476	1475	1474	1473	1472	1471	1470	1469	1468	1466
32,0	1465	1464	1463	1462	1461	1460	1459	1458	1457	1456
33,0	1455	1454	1453	1452	1451	1450	1449	1448	1447	1446
34,0	1445	1444	1443	1442	1441	1440	1439	1438	1436	1435
35,0	1434	1433	1432	1431	1430	1429	1428	1427	1426	1425

### Методика калибровки датчика температуры

При выпуске из производства встроенный в амперометрический сенсор датчик температуры калибруется по методике, алгоритм выполнения которой записан в служебном меню анализатора. Прибегать к калибровке датчика температуры следует только при замене сенсора на новый. В этом случае подключите новый сенсор к измерительному устройству и включите анализатор. Для проведения калибровки датчика температуры Вам необходимо собрать установку показанную на рис. П4-2. С помощью этой установки необходимо обеспечить три отметки шкалы температуры в диапазоне 5 -50°C. Если в вашей лаборатории нет термостата, можно три отметки шкалы температуры обеспечить более простым способом. Для этого Вам необходим термос, стакан с дистиллированной водой комнатной температуры и пластиковый стакан со льдом. В термос налейте дистиллированную воду подогретую до 50 +5°C. В стакане со льдом выполните отверстие диаметром 10 мм. Для увеличения диаметра этого отверстия до 16 мм залейте в него теплой воды. Через 5-10 минут вода в лунке будет иметь температуру таяния льда ~ 0°C.

Для проведения калибровки датчика температуры необходимо перейти в служебное меню калибровок, показанное на рис. П2-2. Для этого выполните пункты 5.1. – 5.4. Приложения 2 и, выбрав опцию «ТЕМПЕРАТУРЫ», нажмите «ВВОД». В открывшемся окне (см. рис. П4-1) выберите опцию «Нижней точки» и нажмите «ВВОД».

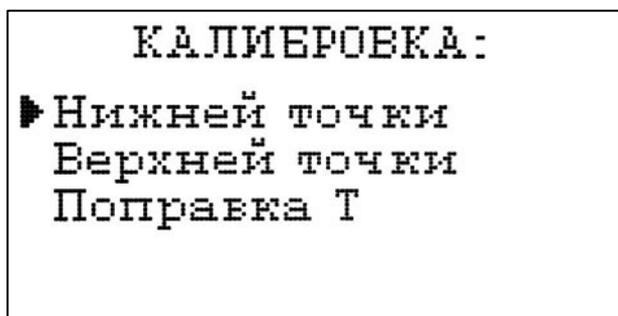
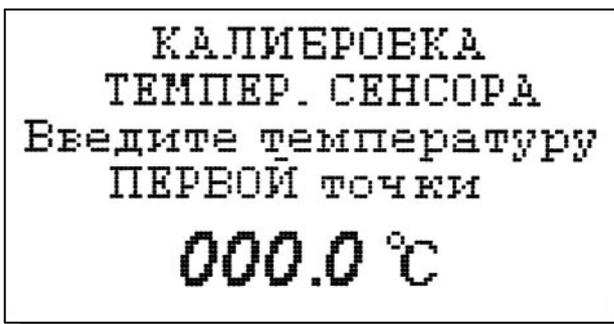


Рис. П4-1. Окно «Калибровка датчика температуры».

Погрузите сенсор и образцовый термометр в термостатируемый стакан с температурой нижней отметки шкалы: 5+1°C или в лунку в стакане со льдом. Дождитесь установления показаний термометра (см. Рис. П4-2.) и нажмите «ВВОД».

Рис. П4-2. Окно показаний термометра.





В открывшемся окне (см. Рис. П4-3.) введите температуру нижней точки с помощью клавиш перемещения курсора и нажмите «ВВОД».

Рис. П4-3. Окно ввода температуры нижней точки шкалы.

После сообщения об успешной калибровке нижней точки на экране вновь появится меню калибровки датчика температуры (Рис. П4-1). Выберите опцию «Верхней точки» и нажмите «ВВОД».

Погрузите сенсор и образцовый термометр в термостатируемый стакан или термос с температурой верхней отметки шкалы и, дождавшись установления показаний термометра (см. Рис. П4-2.), нажмите «ВВОД». Считайте показание образцового термометра и с помощью клавиш перемещения курсора введите это значение (см. рис.4-4.).

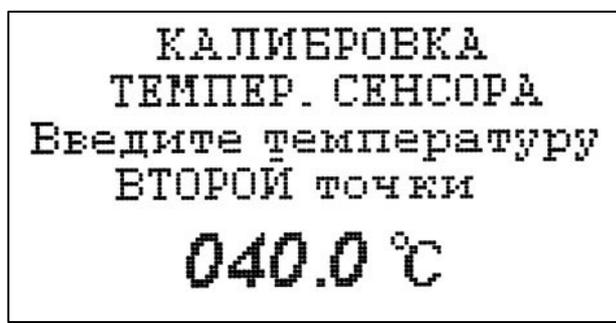
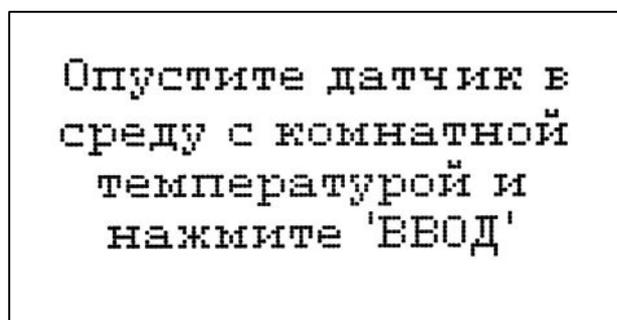


Рис. П4-4. Окно ввода температуры нижней точки шкалы.

После сообщения об успешной калибровке верхней точки на экране вновь



появится меню калибровки датчика температуры (Рис. П4-1). Выберите опцию «Поправка Т» и нажмите «ВВОД».

Выполните инструкцию показанную на дисплее анализатора (см. рис. П4-5.) и нажмите «ВВОД».

Рис. П4-6. Окно с инструкцией

Дождитесь установления показаний термометра (см. Рис. П4-2.) и нажмите «ВВОД». Считайте показание температуры с образцового термометра и введите это значение с клавиатуры (см. рис. П4-7.). Нажмите «ВВОД».



Рис. П4-7. Окно для ввода температуры.

### Методика калибровки токового выхода.

Для калибровки токового выхода необходимо выключить питание анализатора, отсоединить от клемм токового выхода рабочий кабель и подсоединить к ним миллиамперметр (см. рис. П6-1). Включите питание прибора.

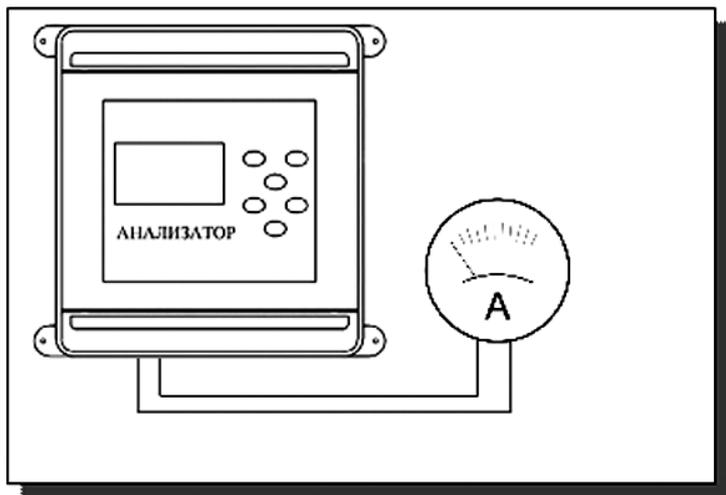


Рис. П6-1 Подключение миллиамперметра к токовому выходу анализатора

Перейдите в служебное меню калибровок, показанное на рис. П2-2, выполнив пункты 5.1. – 5.4. Приложения 2. Выберите опцию «ТОКОВОГО ВЫХОДА», нажмите «ВВОД».

На дисплее анализатора откроется окно, показанное на рис П6-2.

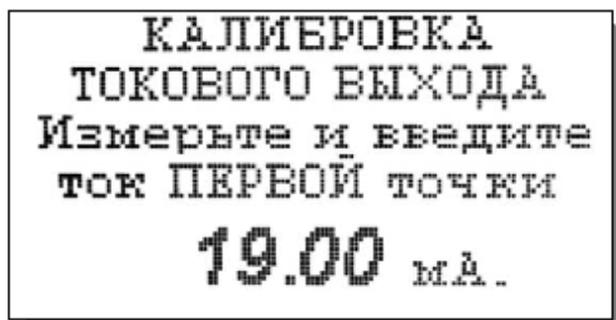
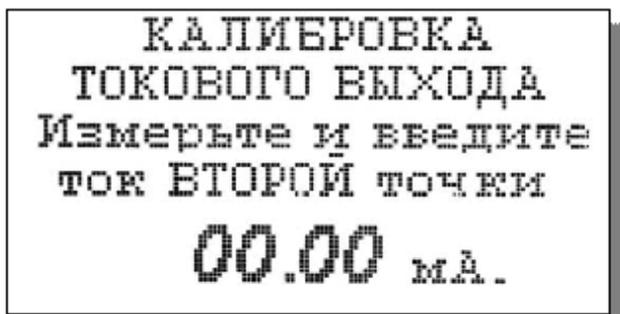


Рис. П6-2. Окно калибровки токового выхода.



Считайте показание миллиамперметра и введите результат с помощью клавиш перемещения курсора. После нажатия кнопки «ВВОД» анализатор аналогично предложит ввести ток второй точки.(см. рис.П6-3).

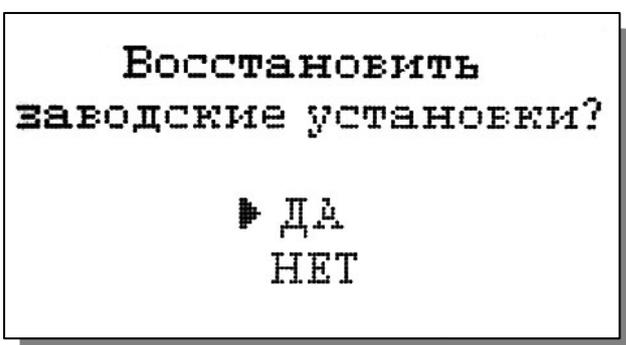
Рис. П6-3. Окно калибровки токового выхода.

По окончании калибровки второй точки вновь откроется окно служебного меню калибровок (рис. П2-2). Для возвращения в окно измерений нажмите клавишу отмена 4 раза.

**Приложение 7.****Восстановление заводских параметров**

К процедуре восстановления заводских параметров следует прибегать только в крайних случаях. При этом нужно четко выполнять инструкции, высвечиваемые на дисплее анализатора.

Для восстановления заводских параметров нужно войти в окно «УСТАНОВКА» (см. Рис. 8.3-1.) и, удерживая клавишу «ВНИЗ», нажать клавишу «ВВОД». В появившемся на экране служебном меню установок необходимо выбрать опцию «Завод. настройки» и нажать «ВВОД». Для восстановления заводских установок в диалоговом окне выберите опцию «ДА» и нажмите «ВВОД».



## Ограничение доступа к калибровкам.

8.1 Ограничение доступа к калибровкам прибора осуществляется по средствам пароля..

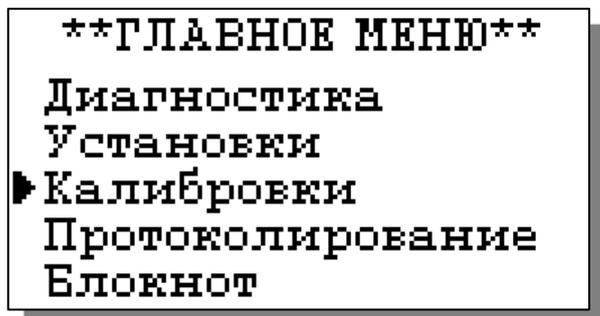


Рис. П8-1.

После выбора меню калибровок в главном меню (рис. П8-1) на экране появится запрос на ввод пароля (рис. П8-2)

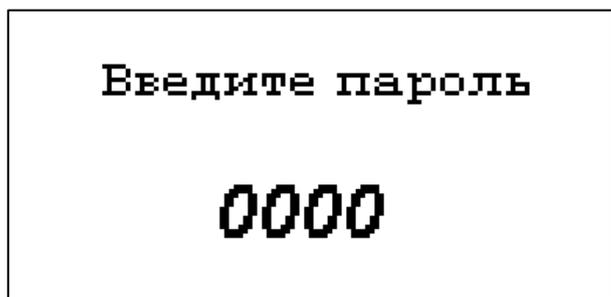


Рис. П8-2.

При помощи клавиш перемещения курсора введите текущий пароль (рис. П7-3).

При выпуске из производства пароль равен **0000**.

Отмену этого действия можно произвести нажатием клавиши “ОТМЕНА”

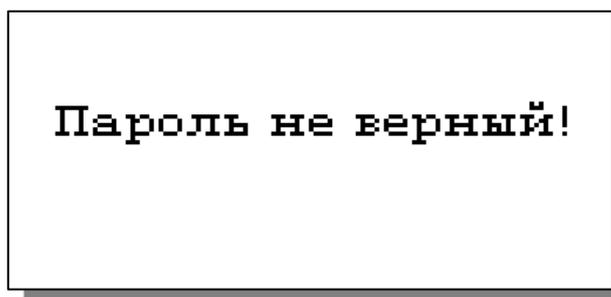


Рис. П8-3.

Если был введён неправильный пароль, на экране прибора появится уведомление об этом (рис. П8-3).

Если пароль введен верно, на экране появится меню калибровок.

## 8.2 Изменение текущего пароля.

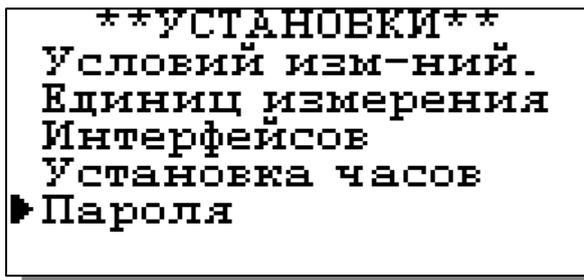


Рис. П8-4.

Для изменения пароля зайдите в меню установок и выберите меню Установки пароля (рис. П8-4).

Для изменения пароля сначала необходимо ввести действующий пароль



Рис. П8-5.

(рис.П8-5)

Если был введён неправильный пароль, на экране прибора появится уведомление об этом (рис. П8-3), после чего прибор предложит снова ввести пароль (рис.П8-5).

Отмену этого действия можно произвести нажатием клавиши “ОТМЕНА”



Рис. П8-6.

Далее, если был введён верный действующий пароль, прибор предложит ввести новый(рис.П8-6).

Будьте внимательны, запоминайте устанавливаемый пароль!

В случае утери пароля Вы можете обратиться в сервис-центр нашей фирмы для получения инструкций по его восстановлению.

## Передача данных по сети RS485.

### Общие сведения

Конфигурация: выбор переключкой режима “оконечный подчиненный”, настройка сетевого адреса.

Скорость передачи данных: 9600 бит в секунду.

Формат данных: Один стартовый бит, один стоповый бит, восемь информационных битов, отсутствие четности.

Структура данных: Протокол Modicon Modbus (RTU).

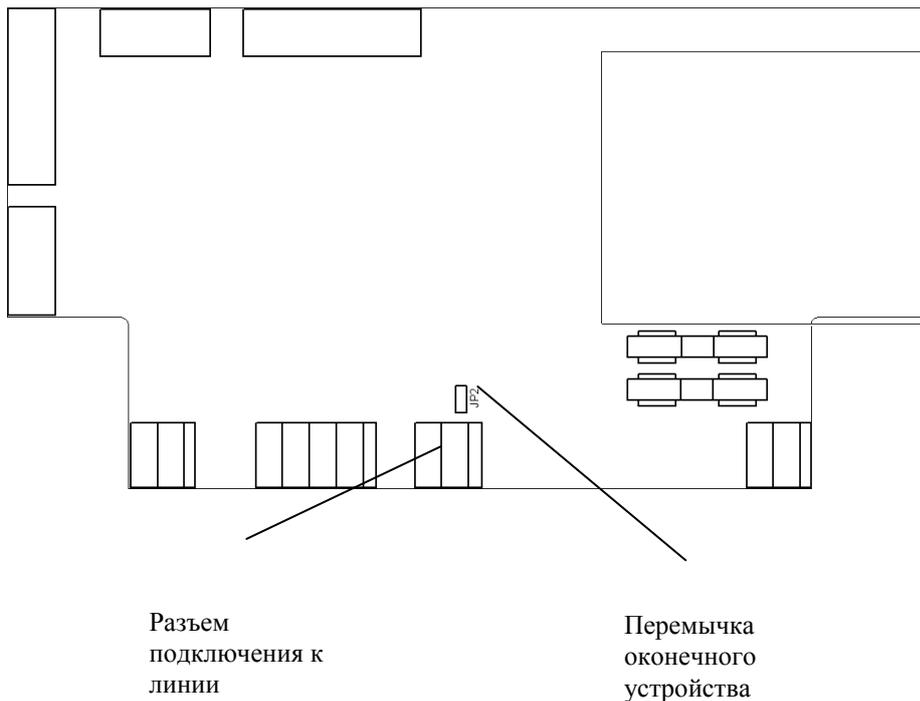
### EIA-485

Конфигурация: Полудуплексный.

Согласованная нагрузка: Возможен выбор переключкой нагрузочного резистора 120 Ом с возможностью многоточечной передачи данных.(при установленной переключке сигнал дальше прибора проходить не будет)

Защита от переходных процессов: максимум 1,5 кВ.

### Подключение



### Формат передачи данных.

Приборы соединяются в сеть, в которой используется технология главный-подчиненный, при которой только одно устройство (главный) может инициировать передачу (сделать запрос). Другие устройства (подчиненные) передают запрашиваемые главным устройством данные, или производят запрашиваемые действия. Типичное главное устройство включает в себя

ведущий (HOST) процессор и панели программирования. Типичное подчиненное устройство - программируемый контроллер.

Прибор АВП может работать только в режиме подчиненного.

Главный может адресоваться к индивидуальному подчиненному или может инициировать широкую передачу сообщения на все подчиненные устройства.

Подчиненное устройство возвращает сообщение в ответ на запрос, адресуемый именно ему. Ответы не возвращаются при широковещательном запросе от главного.

#### Цикл запрос - ответ.

<u>Запрос от главного</u>	<u>Ответ подчиненного</u>
Адрес устройства	Адрес устройства
Код функции	Код функции
Байты данных	Байты данных
Контрольная сумма	Контрольная сумма

Запрос : Код функции в запросе говорит подчиненному устройству какое действие необходимо провести. Байты данных содержат информацию необходимую для выполнения запрошенной функции. Например, код функции 3 подразумевает запрос на чтение содержимого регистров подчиненного.

Ответ : Если подчиненный дает нормальный ответ, код функции в ответе повторяет код функции в запросе. В байтах данных содержится затребованная информация. Если имеет место ошибка, то код функции модифицируется, и в байтах данных передается причина ошибки.

#### **В приборе АВП реализована функция Read Holding Registers (чтение регистров данных)**

##### ОПИСАНИЕ

Чтение двоичного содержания регистров в подчиненном.

##### ЗАПРОС

Сообщение запроса специфицирует начальный регистр и количество регистров для чтения. Регистры адресуются начиная с 0: регистры 1-16 адресуются как 0-15.

##### Запрос главного

<u>Имя поля</u>	<u>Пример</u> (Hex)
Адрес подчиненного	11
Функция	03
Начальный адрес ст.	00
Начальный адрес мл.	01
Кол-во регистров ст.	00
Кол-во регистров мл.	02
Контрольная сумма	--

##### Ответ подчиненного

Данные регистров в ответе передаются как два байта на регистр. Для каждого регистра, первый байт содержит старшие биты, второй байт содержит младшие биты. Ответ дается когда все данные укомплектованы.

Пример ответа на запрос представленный выше:

Ответ:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	11
Функция	03
Счетчик байт	02
Данные (регистр 00001) ст.	02
Данные (регистр 00001) мл.	2В
Данные (регистр 00002) ст.	12
Данные (регистр 00002) мл.	00
Контрольная сумма	--

В данном случае передалось содержимое 2-х регистров – 0x0202 и 0x1200

## Регистры и их адреса

Адреса регистров АВПа, и описание хранимой в них информации описаны в следующей таблице -

Адрес регистра	Содержит данные...	Описание	Диапазон данных	пример	
0x0001	H2	Целая часть H2	0.....99	4	4.01
0x0002	H2	Сотые H2	00.....99	1	
0x0003	T	Целая часть T	00.....99	20	20.6
0x0004	T	Десятые T	0.....9	6	

## Настройка интерфейса RS485.

Для правильной работы прибора в сети необходимо задать его адрес в сети.

Установка адреса производится в

**ГЛАВНОЕ МЕНЮ** ⇔ **УСТАНОВКА** ⇔ **ИНТЕРФЕЙСОВ** ⇔ **RS КАНАЛА** ⇔ **ЗАДАТЬ АДРЕС.**

По стандарту EIA-485 в сеть могут быть объединено до 32-х устройств.

Поэтому допустимый диапазон для ввода адреса - 01...32.

Также в этом меню присутствует установка таймаута. Это относится к более тонкой настройке приёма данных прибором из сети и изменять её требуется только в крайних случаях. При выпуске из производства значение таймаута устанавливается типичным – 10мс.

## Список литературы

1. Албантов А.Ф., (1982). Исследование и разработка амперометрических сенсоров электрохимических анализаторов кислорода для биологических сред, ВНИИ Центр, М., стр. 1-181
2. Albantov A.F., Levin A.L., (1994). New functional possibilities for amperometric dissolved oxygen sensors, *Biosensors and Bioelectronics*, **9/7**. 515-526
3. Clark, L.C., Jr (1956). Monitoring and control of blood and tissue oxygen tension. *Trans. Am. Artif. Internal Organs*, **2**, 41-48
4. Албантов А.Ф., Албантов Д.А., Поголяев А.Л и др. (2001). Проблемы и решения вопросов измерения кислорода в микрограммовом диапазоне концентраций. Тезисы Всероссийской конференции “Практические и методические аспекты метрологического обеспечения электрохимических измерений, Менделеево, М.О.
5. Албантов А.Ф., Поголяев А.Л., Карпов О.В., Албантов Д.А., Гришин М.В., Стахов А.Ю., (2003). Явления двойной сорбции кислорода в воде. Тезисы II Научно-технического совещания «Проблемы и перспективы развития химического и радиохимического контроля в атомной энергетике», Сосновый бор, Ленинградской обл.
6. Grunewald W. (1971). Einstellzeit der Pt-Elektrode bei Messungen nicht stationärer O<sub>2</sub>-Partialdrucke. – *Pflugers Arch.*



По вопросам продаж и поддержки обращайтесь: [ana@nt-rt.ru](mailto:ana@nt-rt.ru)

[www.alfabassens.nt-rt.ru](http://www.alfabassens.nt-rt.ru)

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62

Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64

Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

Казахстан (7273)495-231

Киргизия (996)312-96-26-47

Таджикистан (992)427-82-92-69